FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

Année 1962 N° 23

TITRE DE LA THÈSE

Contribution à l'Etude des Pollutions Microbiennes des Eaux de Rivières

(l'Isère au cours de sa traversée de l'agglomération Grenobloise)

THÈSE

présentée
à la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon
et soutenue publiquement le 21 Février 1962
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine
par

Philippe LEGER
Interne des Hôpitaux de Grenoble
né le 25 Février 1935
à GRENOBLE (Isère)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550013_0035

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

Année 1962 N° 23

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

TITRE DE LA THÈSE

Contribution à l'Etude des Pollutions Microbiennes des Eaux de Rivières

(l'Isère au cours de sa traversée de l'agglomération Grenobloise)

THÈSE

présentée
à la Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon
et soutenue publiquement le 21 Février 1962
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine
par

Philippe LEGER
Interne des Hôpitaux de Grenoble
né le 25 Février 1935
à GRENOBLE (Isère)

Faculté Mixte de Médecine
& de Pharmacie de LYON

PERSONNEL de la FACULTE

M.J. LEPINE : Doyen Honoraire
Membre de l'Institut

M.H. HERMANN : Doyen
Correspondant de l'Institut

MMrs: M. LEVRAT Assesseur
L. REVOL, Assesseur

Professeurs Honoraires

MM. COLLET, GUIART, PATEL, LEPINE, TRILLAT, MOURIQUAND, MAZEL, GARIN, GATE, MARTIN, GABRIELLE, SANTY.

Professeurs

MM.	HERMANN	Physiologie
	CIBERT	Clinique Urologique
	PONTHUS (détaché à Beyrouth)	Physique biologique
	DECHAUME	Clinique Neuro-Psychiatrique et Hygiène Mentale
	ROCHET	Thérapeutique Chirurgicale et Chirurgie Opératoire
	CHAMBON	Chimie Organique et Toxicologie
	WERTHEIMER	Clinique Chirurgicale B
	PAUPERT-RAVAULT	Clinique Médicale B
	FROMENT	Clinique et Prophylaxie Cardio-Vasculaire
	CROIZAT	Clinique Médicale C
	ENSELME	Clinique Biologique et Médicale
	MALLET-GUY	Clinique Chirurgicale A
	GUILLEMINET	Clinique de Chirurgie Orthopédique et de Chirurgie Infantile
	REVOL	Pharmacie Galénique et Matière Médicale
	POLLOSSON	Clinique Gynécologique
	PIGEAUD	Clinique Obstétricale
	BOURRET	Médecine du Travail
	LEVRAT	Clinique Médicale A
	SOHIER	Hygiène et Action Sanitaire Sociale
	DUCLOS	Clinique Stomatologique
	BERNHEIM	Clinique Médicale Infantile et Hygiène du Ier Âge
	JOURDAN	Biologie Médicale et Pharmacodynamie
	NETIEN	Botanique et Cryptogamie
	BERTRAND	Clinique Chirurgicale C
	BADINAND	Chimie Analytique Pharmaceutique
	ROCHE	Médecine Légale et Déontologie
	COUDERT	Parasitologie et Pathologie Exotique
	MOUNIER-KUHN	Clinique d'Oto-Rhino-Laryngologie & d'Audio-Phonologie
	PAUFIQUE	Clinique d'Ophtalmologique
	THIERS	Clinique de Dermatologie, syphiligraphie et Allergologie
	BRUN	Clinique de Pneumo-Phtisiologie
	CREYSSEL	Clinique Traumatologique des Membres
	DARGENT	Cancérologie
	GUICHARD	Anatomie Pathologique
	Girard Paul	Pathologie Générale et Expérimentale
	LATARJET	Anatomie

MM.	PEYCELON	Pathologie Chirurgicale
	GIRARD Marcel	Thérapeutique
	VACHON	Pathologie Médicale
	GALY	Physio-pathologie des Voies Respiratoires
	KEHL	Histologie et Embryologie
	PAPILLON	Radiologie
	JEUNE	Clinique des Maladies Infectieuses
	GONIN	Hydrologie thérapeutique, Climatologie et Ecologie Sociale
	MONNET	Bactériologie

Professeurs à Titre Personnel

BERGER	Physique Nucléaire appliquée à la Médecine
DORCHE	Technologie Pharmaceutique

Professeurs sans Chaire

BANSSILLON	Obstétrique	CHATONNET	Physiologie
ROMAN	Parasitologie	CIER André	Pharmacie Chimique & Pharmacologie
BERTOYE	Bactériologie		
CIER J. François	Physiologie	PERROT	Chimie organique & toxicologie.

Maitres de Conférences Agreges

Médecine

FEROLDI	Anatomie Pathologique
CREYSSEL Roger	Chimie Biologique et Médicale
DUROUX Emile	Anatomie
BRETTE René	Thérapeutique
DUMONT Louis	Histologie
THIVOLLET Jean	Hygiène
GARIN Jean Paul	Parasitologie
MORET Robert	Physique
BOUCHET Alain	Anatomie
TOMMASI Michel	Anatomie Pathologique
RIFFAT Georges	Hygiène
JOUVET Michel	Pathologie Expérimentale
FAVRE-GILLY Jean	Hématologie

Pharmacie

ODDOUX Lucien	Botanique et Cryptogamie
MALLEIN René	Chimie Analytique
GRAS Jean	Chimie Biologique
PEYRIN Jean-Ollivier	Physique

Agrégés en Exercice

MM.	MATHIEU Jacques	Obstétrique
	MARION Joseph	Orthopédie
	GUINET Paul	Médecine Générale
	PONT Maurice	Médecine Générale

MM.	VIGNON Georges	Médecine Générale
	REVOL Louis	Médecine Générale
	PLAUCHU Marcel	Médecine Générale
	TRAEGER Jules	Médecine Générale
	MARION Pierre	Chirurgie Générale
	MICHAUD Pierre	Chirurgie Générale
	JAUBERT de BEAUJEU Michel	Chirurgie Générale
	SAUTOT Jean	Chirurgie Générale
	GUILLEMIN Georges	Chirurgie Générale
	BURTHIAULT René	Obstétrique
	GIGNOUX Marcel	Oto-Rhino-Laryngologie
	FRANCOIS René	Pédiatrie
	FREIDEL Charles	Stomatologie
	DEVIC Michel	Médecine Générale
	DESPIERRES Charles	Médecine Générale
	de MOURGUES Georges	Chirurgie Générale
	FRANCILLON Jacques	Chirurgie Générale
	SAUBIER Eugène	Chirurgie Générale
	COLOMB Daniel	Dermatologie
	COLIN Marcel	Médecine Légale
	TOLOT François	Médecine du travail
	GUYOTAT Jean	Neuro-Psychiatrie
	SCHOTT Bernanrd	Neuro-Psychiatrie
	DUMONT Martial	Obstétrique
	BONAMOUR Georges	Ophtalmologie
	DURAND Louis	Urologie
	GARDE Alexandre	Médecine Générale
	PERRIN André	Médecine Générale
	LARBRE François	Médecine Générale
	MORNEX René	Médecine Générale
	NORMAND Jean	Médecine Générale
	MARET Gilbert	Chirurgie Générale
	DESCOTES Jacques	Chirurgie Générale
	CHASSARD Jean-Louis	Electro-Radiologie
	ALLEGRE Georges	Neuro-Chirurgie
	HUGONNIER René	Ophtalmologie
	FAYSSE Robert	Orthopédie
	GAILLARD Jean	Oto-Rhino-Laryngologie
	KALB Jean-Claude	Pneumo-Phtisiologie

Examinateurs de la Thèse :

Président :..... M. SOHIER

Assesseurs..... M. MONNET

M. THIVOLLET

M. RIFFAT

A TOUS LES MIENS

A mon GRAND-PERE le Docteur L. LEGER

Professeur de Zoologie et d'Hydrobiologie à la
Faculté des Sciences de GRENOBLE.
Correspondant de l'Académie des Sciences

in mémoriam.

A mon PERE le Docteur J. LEGER

in mémoriam

A MA MERE

A MA FEMME ET A MA FILLE

A MON ONCLE LE MEDECIN COLONEL J. LEGER

A MON ONCLE L. LEGER

AU DOCTEUR P. CHESNAU

A MES BEAUX PARENTS

A notre Président de Thèse

Monsieur le Professeur SOHIER, Professeur d'Hygiène et d'Action Sanitaire Sociale à la Faculté de Médecine de LYON.

Il a bien voulu accepter ce travail et nous faire le grand honneur de présider notre jury.

Nous le prions de trouver ici, l'expression de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS JUGES

Monsieur le Professeur MOINET

Professeur de Bactériologie à la Faculté de Médecine de LYON.

Monsieur le Professeur THIVOLLET

Maître de Conférences agrégé.

Monsieur le Professeur RIFFAT

Maître de Conférence agrégé.

Nous les remercions d'avoir accepté de juger ce travail.

Qu'ils trouvent ici le témoignage de notre respectueuse gratitude.

A Monsieur le Professeur SEIGNEURIN

Professeur d'Hygiène et de Bactériologie à l'Ecole Nationale de Médecine de GRENOBLE.

Comme moniteur dans son laboratoire il nous a fait bénéficier avec bienveillance de sa grande expérience de bactériologiste et d'hygièniste.

Nous le remercions d'avoir bien voulu nous inspirer le sujet de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueux attachement.

A mes Maîtres des Hôpitaux de GRENOBLE.

Externat

Monsieur le Professeur ARNAUD
Monsieur le Professeur ROGET
Monsieur le Professeur CALAS
Monsieur le Professeur MAZARE
Monsieur le Professeur PIAGET

Faisant fonction d'interne

Monsieur le Professeur BONNIOT

Externe en premier

Monsieur le Docteur DOUILLET

Interne titulaire

Monsieur le Professeur Agrégé CHATEAU

A TOUS NOS AMIS

Docteur Théodore OTT

Docteur Charles HUTTER

Docteur Lucette BELLIN

Docteur Pierre FUGAIN

A nos conférenciers d'externat et d'internat

Docteur J.Y. GUEGUEN

Docteur Monique GUEGUEN

Docteur A. LAGIER

Docteur Y. GILBERT

Docteur R. SARRAZIN

Qu'ils soient remerciés
pour leur excellent enseignement.

A nos camarades d'EXTERNAT et d'INTERNAT
des Hôpitaux de GRENOBLE.

AU PERSONNEL DU LABORATOIRE D'HYGIENE ET BACTERIOLOGIE
DE L'ECOLE DE MEDECINE

Monsieur le Docteur MAGNIN

Ce travail n'a été possible que par ses conseils éclairés.

En témoignage de notre profonde reconnaissance.

Monsieur GUILLOT

Dont la collaboration a été des plus précieuse.

- C H A P I T R E I -

Généralités

I - INTRODUCTION

- Historique
- But

II - QU'EST CE QU'UNE POLLUTION FLUVIALE ?
LES DIFFERENTS TYPES D'EAUX FLUVIALES.

III- NOTRE CHAMP D'EXPERIENCE.

IV - LES TYPES DE POLLUTION

- Aigues - chroniques
- Physiques
- Chimiques
- Biologiques : Microbiennes

I N T R O D U C T I O N

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Les civilisations anciennes ont laissé de nombreux vestiges d'adduction d'eau potable, mais on ne connait pas, par contre, le sort qu'elles réservaient aux eaux usées; vraisemblablement, la grande fantaisie qui les éparpillait dans la nature n'avait d'égal que la pauvreté de l'hygiène.

Les Romains, déversaient leurs immondices dans le Tibre, et les égouts construits par les pays Romains ou sous la domination Romaine, marquent le premier effort pour une meilleure salubrité.

Abandonnés au moyen-âge, ces excellents principes furent repris plus tard, et actuellement si certains pays sont en deça de l'étape Romaine, l'ensemble offre heureusement une hygiène meilleure.

En France, on a longtemps considéré fleuves et rivières comme des exutoires naturels acceptables, l'ignorance des dangers du sewage était une excuse valable ; mais actuellement l'appréciation des risques réels dûs aux pollutions fait évoluer le problème.

C'est pourquoi, nous nous proposons d'étudier les pollutions fluviales d'origine humaine de la rivière Isère ; au cours de sa traversée de l'agglomération Grenobloise de façon à déterminer si des sanctions sont necessaires .

De nombreux auteurs plus éminents que nous à propos d'autres rivières ou fleuves, se sont heurtés à l'inertie des autorités, on

peut néanmoins espérer que grâce aux efforts conjugués de tous un jour nos fleuves et rivières se seront plus des égouts à ciel ouvert.

Vu l'ampleur du problème notre but n'est pas de traiter intégralement des pollutions fluviales, mais d'envisager certains aspects particuliers, des pollutions microbiennes à la lumière d'une expérimentation personnelle étalée sur trois ans (1958-1961) faite au laboratoire de bactériologie de l'Ecole de Médecine de GRENOBLE.

§

D E F I N I T I O N - T Y P E S D' E A U X F L U V I A L E S.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il convient de définir une pollution, de préciser les types d'eaux fluviales, notre champ d'expérience, enfin les principaux types de pollutions de la rivière Isère afin de placer les pollutions microbiennes dans leur contexte.

Qu'est-ce qu'une pollution ?

Une eau naturelle contient divers éléments qui la caractérisent tout apport exogène altérant ou nécessitant une adaptation de la flore ou de la faune constitue pour le naturaliste une pollution contre laquelle il faut lutter parce qu'elle est nuisible pour le monde aquatique.

Les hygiénistes se placent sur un plan différent et considèrent qu'une eau est polluée lorsque l'apport exogène entraine une nuisance pour l'homme, que celle-ci soit importante ou faible durable ou momentanée.

Quoiqu'il en soit les deux paramètres qui caractérisent la pollution restent toujours : = l'apport exogène, et la nuisance.
La pollution suppose l'apport exogène et entraine la nuisance.

Par conséquent une eau naturelle acide ou très riche en germes sera pauvre mais non polluée car il n'y a pas d'apport exogène.

A l'opposé une eau même non dangereuse si elle est dévalorisée par l'adjonction d'une substance, sera polluée.

La dépréciation d'une eau ne pouvant s'établir que par comparaison avec un état naturel antérieur à l'adjonction de la pollution ; il importe de préciser les divers types naturels d'eaux douces parmi lesquelles on distingue : (RUTTNER 86).

Les eaux eutrophes claires, riches en matières nutritives, en plancton

Les eaux plus pauvres ou oligotrophes, enfin,

Les eaux brunes riches en matières limniques, pauvres en matières nutritives encore appelées dystrophes.

En vue de l'exploitation piscicole rationnelle, les biologistes ont établi la notion de capacité biogénique (60.6I.65) qui est l'expression chiffrée des substances nutritives mises à la disposition du monde piscicole pour ses besoins. La capacité biogénique d'une eau, exprime en somme son potentiel en matière de pisciculture.

Le point de vue de l'hygiéniste est tout autre et se doit de considérer, en dehors de toute capacité biogénique les eaux naturelles comme non nuisibles et d'emploi plus ou moins polyvalent selon leurs qualités physiques chimiques, biologiques.

Les eaux eutrophes et oligotrophes sont à priori potables, les eaux dystrophes sont naturellement plus pauvres et d'emploi relativement plus restreint pour l'homme.

Aux eaux naturelles s'opposent point par point les eaux polluées; pour lesquelles le problème n'est plus de savoir dans quelle mesure l'homme va les employer, mais de déterminer leur dépréciation, au maximum leurs dangers; de minimiser la retentivité qu'elles ont ou peuvent avoir sur l'homme.

Les eaux polluées trouvent une belle expression dans les rivières urbaines où se jettent des égouts, c'est ce qui a justifié le choix de notre champ d'expérience.

La qualité et la quantité des germes a son importance. En effet, BUTTIAUX,(I2) LEGER (61) et d'autres ont montré qu'il existait dans les eaux de rivière un microbisme naturel important :
L'apport exogène va donc créer un monde nouveau caractérisé sur le plan microbien par l'association de bactéries Sauvages adaptées au milieu aquatique, de bactéries humaines plus ou moins dépaysées dans un tel milieu.
Ainsi, l'étude du microbisme des eaux fluviales aura deux centres d'intérêt obligatoires :
les germes sapophytes d'une part, les germes fécaux, d'autre part ; ces derniers étant les représentants de tous les germes d'apport fécal

Autrement dit, si E. COLI, les streptocoqmes fécaux... ne sont pas pathogènes par eux-mêmes, ils signalent la possibilité du danger et a priori, doivent entrainer des mesures hygiéniques aussi sévères que si l'on trouvait à leur place des Salmonella, des BK, des virus.

Toutefois il parait nécessaire d'appliquer les sanctions hygiéniques dans chaque cas particulier en tenant compte des rapports existants entre l'eau considérée et l'homme. Une rivière de baignade ne doitpâs être soumise aux mêmes lois qu'un fleuve n'ayant aucun rapport avec l'homme.

Le risque infectieux des germes fluviaux s'il tient à la bactérie elle-même, est fonction de l'utilisation de l'eau dans laquelle ils vivent.

Pour ce qui concerne l'Isère, où aucune baignade n'est possible, dont les eaux ne sont pas bues, où seulement quelques amateur d'aviron s'exercent, il semble que pour l'instant, le microbisme importe peu.

Pourtant, un projet de construction de barrage en aval de l'agglonération met au prenier plan ce problème, d'autant plus que baigna-

des et sports nautiques sont envisagés sur la retenue des eaux du barrage. Ces eaux constitueront elles un bouillon de culture pour les germes des égouts de la ville ? Ou l'épuration sera-t-elle suffisante pour ne pas entrainer une épuration artificielle du sewage ? grâce à l'étude du microbisme des eaux de l'Isère ce sont à ces questions que nos conclusions apporteront une réponse.

*

* *

L E C H A M P D'E X P E R I E N C E

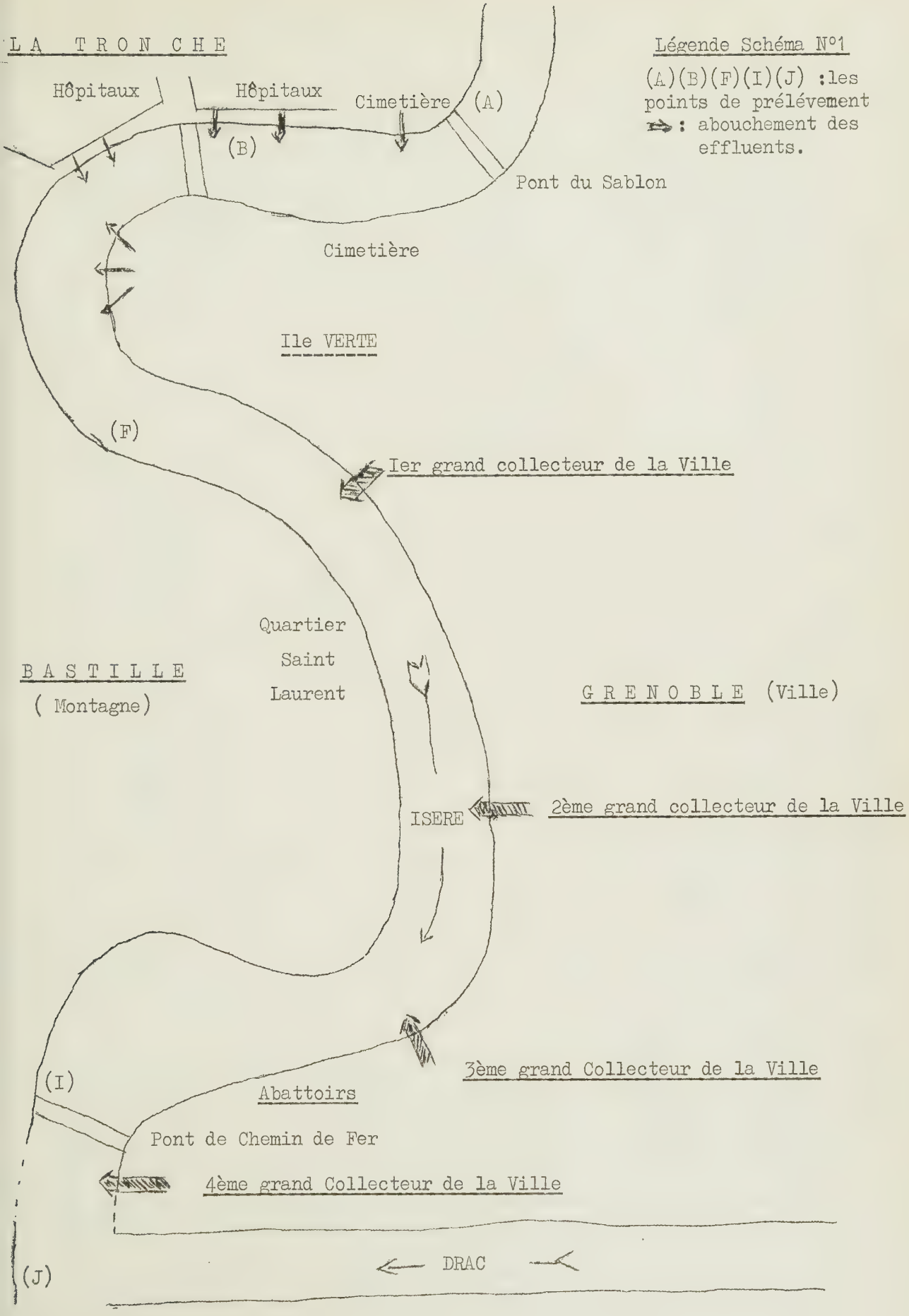
La Ville de GRENOBLE : s'est installée dans une plaine à l'endroit où le cours de déjection du Drac fixe l'Isère contre la montagne de la Bastille. C'était comme le fait remarquer R. BLANCHARD " le seul point entre la Tarentaise et la basse Isère où la rivière fut empêchée de divaguer ".

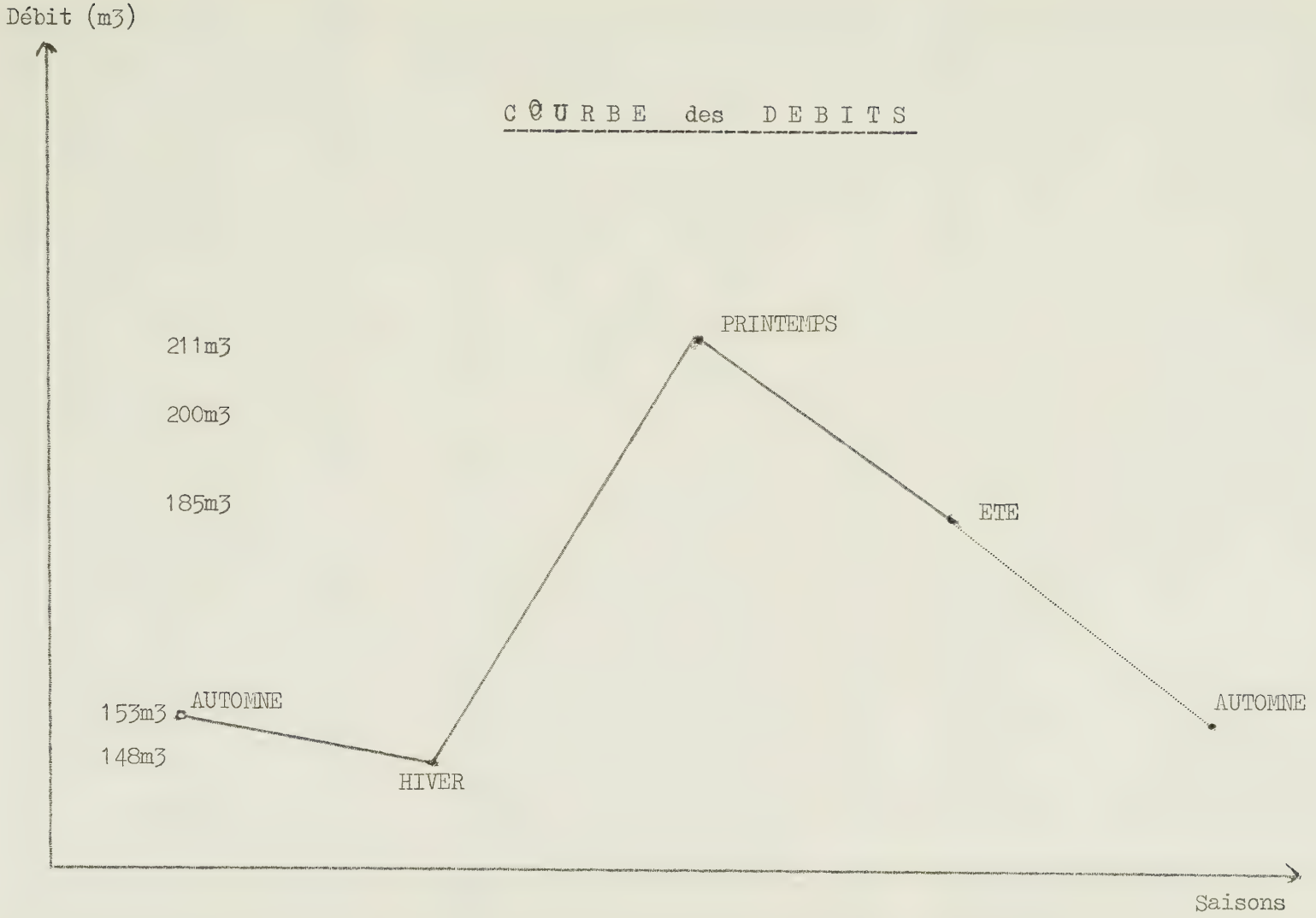
Sur la rive Droite, dans sa portion amont, la rivière, après avoir longé le cimetière des Sablons, est bordée par le Centre Hospitalier régional qui épouse le premier coude que l'Isère pousse vers l'Est. Sur la portion aval de la rive droite s'étalent les vieux quartiers de Saint-Laurent qui se trouvent coincés entre l'Isère et la montagne de la Bastille.

Sur la rive Gauche , au cours des siècles la ville s'est enflée vers l'Ouest et actuellement s'étire jusqu'au Drac. GRENOBLE se trouve ainsi pris dans la pince fluviale Drac-Isère et comprend d'amont en aval : le Quartier de l'Ile Verte, la ville proprement dite, la banlieue qui atteint presque le confluent de l'Isère et du Drac.

La rivière Isère décrit, sur 6 km, deux coudes qui s'annulent, le premier vers l'Est, dans la concavité duquel se logent les quartiers de l'Ile Verte, le deuxième vers l'Ouest de plus grand rayon qui épouse le relief de la Bastille et constitue la limite Est, de la ville proprement dite.

Les eaux sont brunes et boueuses, dystrophes de turbidité élevée, de température peu variable au cours de l'année entre 7 et 12° cen-


LA TRONCHE
Légende Schéma N°1
(A)(B)(F)(I)(J) :les points de prélévement
: abouchement des effluents.
Hôpitaux
Hôpitaux
Cimetière
(A)
(B)
Pont du Sablon
Cimetière
Ile VERTE
(F)
Ier grand collecteur de la Ville
Quartier Saint Laurent
BASTILLE
(Montagne)
GRENOBLE (Ville)
ISERE
2ème grand collecteur de la Ville
3ème grand Collecteur de la Ville
(I)
Abattoirs
Pont de Chemin de Fer
4ème grand Collecteur de la Ville
(J)
DRAC


Débit (m3)
C@URBE des DEBITS
211m3
200m3
185m3
153m3
148m3
AUTOMNE
HIVER
PRINTEMPS
ETE
AUTOMNE
Saisons

tigrade. Le courant est rapide, avec un important brassage surtout au niveau du premier coude où des courants de convection tendent à en homogénéiser les eaux. Le débit moyen oscille autour de I70 m3 avec un maximum de 2II m3 au printemps, un débit estival de I85 m3 qui baisse à I53 m3 en automne, pour atteindre I48 m3 en hiver. L'étiage d'hiver, les hautes eaux de la fin du printemps et du début de l'été, en font un fleuve glaciaire typique.

De p H compris entre 7,4 et 7,9 les eaux de l'Isère s'étalent dans un lit de 80 mètres de large environ, à couverture biologique assez pauvre, ce qui explique la pauvreté du monde piscicole de la rivière.

Au cours de sa traversée de l'agglomération la rivière reçoit de nombreux égouts.

En effet d'amont en aval se jettent les petits effluents issus du cimetière, au niveau du premier coude, les égouts hospitaliers, apportent sur la rive droite du fleuve, les premiers collecteurs importants qui drainent les sanatoria, les services de maladies infectieuses, les services de médecine, les laboratoires, les services de chirurgie. Ces exutoires hospitaliers souillent macroscopiquement les eaux dans lesquelles ils répandent matières fécales, compresses... en quantité plus ou moins abondante selon les jours.

Dans la concavité du premier coude, se déversent les égouts issus de l'Ile verte.

Au niveau du deuxième coude, se déversent les effluents de la Tronche, du quartier de Saint-Laurent sur la rive droite; alors que les quatre grands collecteurs de la ville proprement dite abordent la rive gauche.

___ § ___

L E S T Y P E S D E P O L L U T I O N

En fonction du temps on peut distinguer des pollutions aiguës et chroniques

Les pollutions aiguës sont en général massives plus ou moins dangereuses selon leur qualité, elles ont habituellement des effets spectaculaires mais fugaces, ce sont les plus difficiles à prouver car souvent la cause a disparu alors que la conséquence est maximum.

Les pollutions chroniques, d'importance quantitative variable, plus ou moins nuisibles, elles ont des effets souvent plus camouflés et tirent leur intérêt du fait qu'elles sont plus facilement détectées et estimées. Notre étude s'est portée principalement sur les pollutions chroniques.

A la dévalorisation des eaux fluviales contribuent divers agents polluants dont la nature permet de distinguer trois types de nuisance : physique; chimique et biologique.

Les pollutions physiques d'origine industrielle ou domestique, sont importantes, leur intérêt est centré sur les dépots solides et les déchets radioactifs.

Les dépots solides constituent habituellement les pollutions organiques; on peut les chiffrer par pesée du sédiment déposé à partir d'un litre d'eau fluviale. Sous forme de matières en suspension fines ou de gros volume, elles constituent en se

joignant aux alluvions que charrie les eaux,un des éléments du milieu de culture pour les germes et les autres habitants du monde aquatique y compris les mouches, moustiques et rats.
Ces dépots organiques ont une certaine importance par eux-mêmes En effet, en eaux basses, sur les rives vaseuses mises à découvert les dépots fangeux dûs aux déchets organiques, sont facilement fermentescibles et les produits volatiles sulfureux , ammoniacaux qu'ils laissent dégager sont insalubres. Pour ce qui concerne le cas de l'Isère, la topographie de ces dépots souvent en pleine ville, l'influence des vents dominants facteur de propagation des odeurs, contribuent à constituer sinon une atteinte à la santé publique, du moins un désagrément certain non négligeable pour les riverains.

Outre ces émmanations, les déchets solides représentent un aliment pour les insectes et les rats et l'immersion des rives lors des basses eaux laisse persister des flaques d'eau croupissantes véritables gîtes à insectes. Les mouches y sont nombreuses et les larves de moustiques pour leur génération d'été de juillet à août trouvent dans ces flaques un endroit propice où elles engendrent les moustiques adultes. Le culex pipiens est ainsi largement répandu, sa présence, ses piqures sont génantes.
L'existence d'anophèles est interessante, elle n'implique pas nécessairement l'existence d'un paludisme autochtone, mais reste néanmoins remarquable.
Les rats sont également intimement liés aux pollutions organiques solides; leur fécondité légendaire, leurs tribus voraces susceptibles de véhiculer des leptospiroses, des parasites ... doit néanmoins ne pas les faire négliger.
Les pollutions organiques présentent dans le cas de l'Isère un intérêt certain qui tient au fait que lors de l'étiage les bouches d'égouts ne sont plus immergées par les eaux du fleuve, ce qui facilite trop la pullulation des insectes et rats.

Les déchets radioactifs présentent dans le cas de l'Isère également un vif intérêt, en fait la source hospitalière est pratiquement nulle, P_{32}, I_{131}.... employés ont une faible vie radioactive et la source du centre d'études nucléaires est tellement contrôlée qu'en définitive, il ne semble pas que le problème soit hygiéniquement primordial pour l'instant.

Aux pollutions physiques s'associent les pollutions par agent chimiques

Industrielles le plus souvent, ce sont celles qui ont la plus grande importance piscicole et qui présentent le moins d'intérêt (relatif) pour l'hygiéniste. Elles ont pourtant un rôle indirect car elles constituent un des éléments du milieu de culture des germes fluviaux qu'elles peuvent détruire dans les cas heureux.

Les pollutions biologiques

Essentiellement représentées par les germes fluviaux, sont les plus en vedette pour de multiples raisons : chroniques, elles sont mesurables, et leurs sources, leurs conséquences sont du plus haut intérêt.

Leur source hospitalière ou domestique facile à dépister puisqu'elle se fait surtout par le canal des égouts représente la participation humaine par excellence qui dévalorise les eaux de nos fleuves. Elles seront donc principalement citadines c'est pourquoi nous avons limité notre champ d'expérience à l'agglomération Grenobloise. En effet le sewage constitue un milieu riche en germes et si les eaux météoriques, pures dans les parties hautes de l'atmosphère peuvent se charger de germes (véhiculés par des poussières) dans les couches inférieures, les égouts apportent pratiquement tous les germes des fleuves. Les eaux de ruissellement peuvent également constituer une source de germes elles restent également quantitativement bien moindre.

§

- C H A P I T R E II -

- LE MICROBISME DE LA RIVIERE ISERE -

I - TECHNIQUE ET MODE OPERATOIRE

- Prélèvements
- Dilutions
- Milieux de culture

II - RESULTATS

- E. COLI
- Germes totaux 37°
- Coliformes
- Germes totaux 20°

III - VALEUR DES RESULTATS

- Microbisme et point de prélèvement
- Microbisme et pollution
- Tests de putrescibilité
- Interprétation des résultats.

I - T E C H N I Q U E ET M O D E O P E R A T O I R E

Certains végétaux sont spécifiques des pollutions organiques et le systène des saprobies établi par KOLKWITZ et MARSSON (56) permet rapidement d'avoir une idée générale du dégré de pollution organique (DORIER - 30)

Pour les germes, la détermination de biocénoses est bien plus délicate, et ORSONI (82) a montré qu'il n'existait aucune relation entre le plancton des eaux et leur bactériologie.

Le seul moyen valable pour apprécier le microbisme des eaux de rivière reste donc la numération des germes.

Nous avons donc numéré les plus représentatifs des germes d'apport humain, E. COLI le meilleur test des contaminations fécales récentes, les germes totaux poussant à 37°.

Pour être plus complet nous avons également dénombré les saprophytes poussant à 20°, les coliformes; mais voulant avoir une idée de la pollution plus qu'une estimation chiffrée très précise de toute évidence impossible nous avons d'emblée éliminé la recherche systématique des streptocoques fécaux des perfringens...

Les prélèvements

- Comme le montre notre schéma n°1 par cinq prélèvements ABFIJ échelonnés d'amont en aval, sur la rive droite nous avons cerné les principaux points d'apport microbiens : l'hôpital d'une part, la ville elle-même d'autre part. Tous ces égouts ne sont

pas épurés, on conçoit donc l'interêt de :

LA TOPOGRAPHIE DES PRELEVEMENTS

Le Prélèvement A = Au niveau du pont du Sablon situé en amont de l'embranchemnt des effluents urbains, représente l'élément de départ, base essentielle en fonction de laquelle vont se dessiner les fluctuations du microbisme.

Le Prélèvement B = Au droit du centre hospitalier de la Tronche, 400 mètres en aval des égouts des sanato (B_1) 50 mètres en amont de l'exutoire des enfants malades (B_2) et du service des maladies contagieuses ; va représenter la contribution hospitalière B_1 et B_2 ne sont pas les seuls égouts des hôpitaux, (cf schéma N°1) mais ils constituent à priori les plus dangereux car ils drainent les services d'infectieux et les sanatoria.

Prélèvement E = Juste en aval du premier coude de l'Isère, a l'interêt de préciser le devenir immédiat des germes hospitaliers

Deux derniers prélèvements I.J. vont apprécier la contribution de la ville.

En effet, I, pratiqué au lieu dit, le pont du chemin de fer, est situé après l'abouchement des quatre grands collecteurs des égouts de la Ville. Par rapport à A, il représente l'apport dû à l'agglomération, par rapport à F, celui de la ville proprement dite.

Le Prélèvement J , à un Km en aval de I, enfin; au confluent de l'Isère et du Drac va refleter la destinée immédiate des bactéries de l'agglomération; et comparé à A, il donnera une idée du gain total en germes

Ainsi définis quant à leur topographie, nos prélèvements ont été effectués simultanément à heure fixe vers I4 heures 30 (avec des variations de plus ou moins quinze minutes) heure vraisemblable du débit maximum des égouts domestiques.

Grâce à un appareil très simple, constitué d'une boite cylindrique (dans laquelle s'encastrait le flacon à prélèvement) au bout d'un tube métallique de deux mètres de long, nous pouvions prélever les eaux à 50 cm de profondeur (pour éviter les eaux de surface) à un mètre de la rive. (pour éviter les eaux marginales.

- Après un transport de 20 à 30 minutes, dans une boite métallique protectrice et isolante les eaux prélevées étaient au laboratoire .

Les Dilutions

Imposées par la richesse présumée en germes des eaux, nous avons effectué des dilutions au I0^{e}, I00^{e}, I000^{e}, I0 000^{e}, selon la technique habituelle, avec un liquide de RINGER (dilué au quart) de composition suivante :

chlorure de calcium	0,30 g.
chlorure de potassium	0,25 g.
chlorure de sodium	8,50 g.
eau distillée	I000 ml.

§

- L E S M I L I E U X D E C U L T U R E -

Voyons séparément celui employé pour E. COLI ; les coliformes et celui utilisé pour les germes totaux.

Pour E. COLI et les Coliformes.

A la méthode de VINCENT basée sur la production d'indole par E. COLI en eau peptonée trypsique salée phéniquée, nous avons préféré la technique mise au point par CHAPMAN (20), adaptée par BUTTIAUX à la colimétrie sur membranes filtrantes (I3, I4, I5). La préparation du milieu comprenait donc trois étapes : celle d'une base gelosée et celle des deux solutions I. II.

A la base gélosée, composée de :

- extrait de viande liebig..... 3 g
- peptone pancréatique ..... I0 g
- extrait de levure Byla..... 6 g
- agar en poudre..... 20 g
- eau distillée ..... I.000 ml

stérilisée (autoclave I20° pendant vingt minutes) conservée en flacons de 250 ml, nous avons ajouté avant emploi, I0 ml (pour 250 ml de gélose) d'un liquide comprenant deux parties de I, 1 partie de II.

La solution I avait pour formule :

- lactose .....0, I25 g
- bleu de bronothymol.....0, I25 g
- tergitol 7 .....0, 5ml
- eau distillée ..... 200 ml

et la solution II était constituée de :

- clorure 2,3,5 - triphényltétrazolium 0,05 g
- eau distillée ... I00 ml

Ainsi obtenu, ce milieu, vert, est coulé en boîtes de pétri de I2cm sur une épaisseur d'un demi cm.

Après une demi heure de sèchage à l'étuve (37°), nous pouvions ensemencer.

La colimétrie sur membranes filtrantes, excellente méthode pour les eaux d'alimentation, s'avère difficilement applicable pour les eaux de turbidité élevée. Nous n'avons donc pas employé de membranes filtrantes, par ailleurs trés chères.

En conséquence, notre ensemencement consistait à répandre sur le milieu, I/I0 de ml., de l'eau brute, de l'eau diluée au I/I0e, au I/I00e, après homogénéisation par agitation du flacon pour l'eau brute, par trois pipettages consécutifs pour les dilutions.

Après étalement, à l'aide d'une pipette Pasteur coudée, les boîtes étaient disposées en étuve.

A 44° en atmosphère humide pour E. COLI; à 37° pour les coliformes.

Sachant que dans 95% des cas, les colonies jaunes halo jaune après 24 heures d'incubation à 44° représentent E. COLI, nos lectures nous apportaient le taux d'E. COLI dans l'eau considérée (73).

Les autres entérobactéries, principalement les coliformes (colonies jaunes, halo jaune) étaient inventoriées après 24 heures d'étuve à 37°.

Donc, suivant la température d'incubation avec le milieu au tergitol 7 T.T.C. une vue d'ensemble de la flore Gram négative était réalisée.

*

* *

Pour les germes totaux.

L'inpératif d'un milieu sélectif n'existe plus, notre choix s'est donc porté sur une gelose ordinaire, polyvalente composée de :

- extrait de viande Liebig.... 3 g
- peptone pancréatique..... 5 g
- agar agar D.I.F.C.O.....I5 g
- eau distillée..... I.000 ml

stérilisé à I20° pendant 20 minutes (à l'auto clave) nous avons coulé le milieu en boîtes de pétri de I2 cm, sur une épaisseur d'un demi cm.

Avant que la gélose soit entièrement refroidie, l'ensemencement d'un ml des dilutions homogénéisées, au I00e, I.000e, I0.000e, nous permettait d'entreprendre l'incubation.

Les germes totaux 20° étaient laissés sur la paillasse du laboratoire et les lectures effectuées après quatre jours, la numération des colonies apportait le taux des saprophytes.

Le dénombrement des colonies sur les boites incubées à 37° pendant trois jours refletait le taux des germes totaux d'origine humaine ou animale. (mammifères).

En somme, pour chaque prélèvement effectué, nous avons ensemencé à trois dilutions différentes, quatre types de boîtes (E. COLI, Coliformes, germes totaux 20° et 37°).

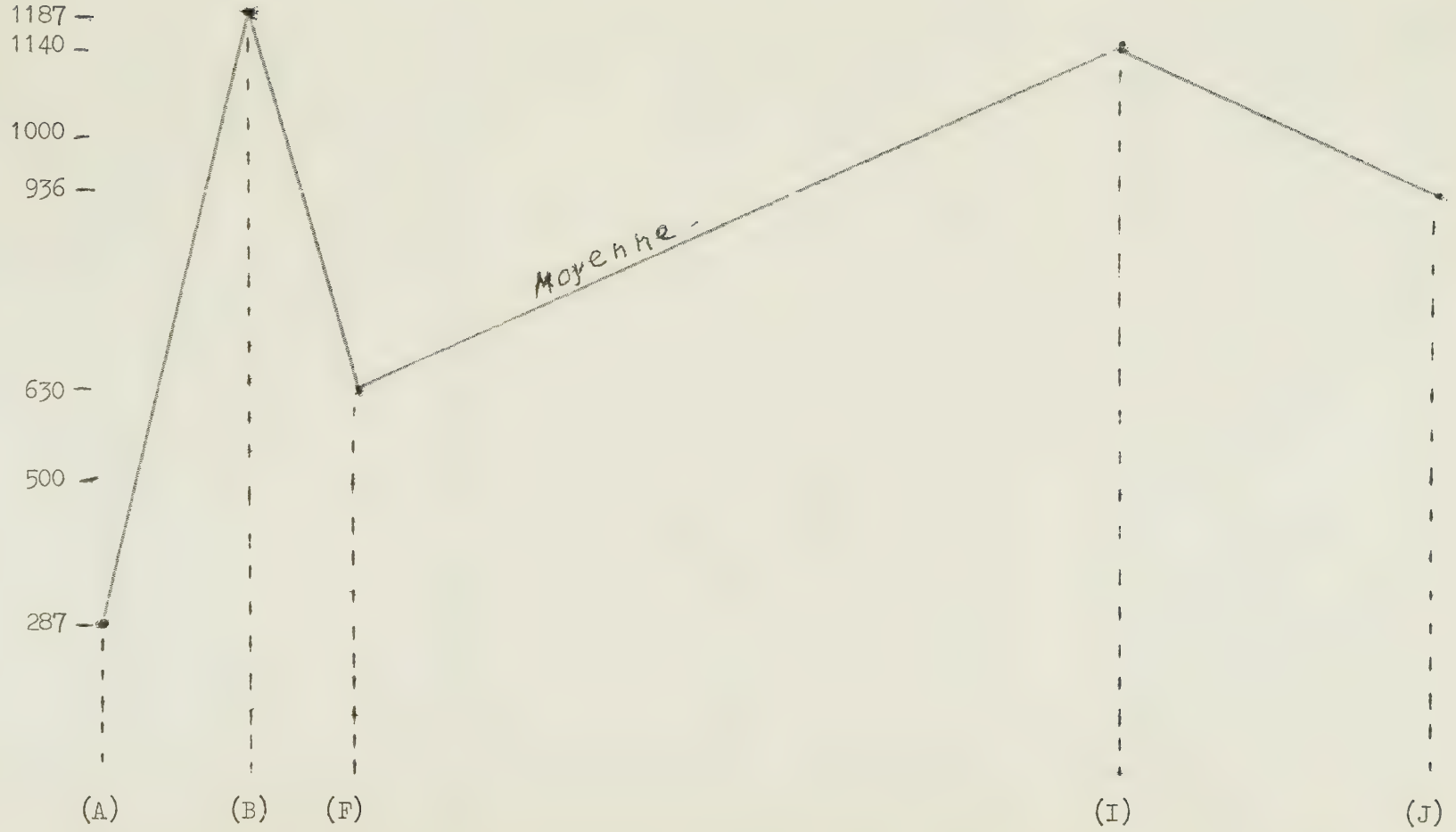
A nos cinq prélèvements, correspondaient donc 60 boîtes.

*

* *

E. C O L I

RESULTATS MOYENS D'AMONT EN AVAL.



II - R E S U L T A T S -

Pendant les trois années écoulées de 1958 à 1961, nous avons pu effectuer 43 séries de prélèvements dont 10 en automne, 13 en hiver, 10 au printemps, 10 en été, soit au total 215 analyses.

A raison de 60 lectures par série, nous avons donc fait 2.580 lectures dont les résultats qui vont suivre sont le fruit.

En conséquence, si la détermination du nombre des germes est sujette à d'énormes causes d'erreur que CHAMBON (19) estime à plus ou moins 80%, nos résultats ont pour eux, l'avantage du nombre et apportent, au moins, une approximation suffisante, pour juger de la pollution microbienne de la rivière Isère.

Voyons donc les données des moyennes générales du microbisme d'amont en aval, aux différents points de prélèvements.

*

* *

E. COLI

Les numérations effectuées nous ont amené aux moyennes suivantes :

A : 287 germes au ml
B : 1187 -d°-
F : 630 -d°-
I : 1140 -d°-
J : 936 -d°-

qui trouvent leur expression dans le graphique précédent ; et montrent :

La pauvreté relative en E. COLI au niveau du point A en amont de l'agglonération. Des prélèvements (quinze) effectués 50m en amont de A nous ont donné sensiblement le même taux, on peut donc dire que environ 300 E. COLI au ml représentent bien le microbisme de base des eaux de l'Isère.

L'énorme décharge hospitalière ; les germes passant de 287 au ml à I.I87 réalisent en effet un gain de 900 E. COLI au ml soit environ quatre fois le taux primitif.

La diminution du taux de E. COLI qui correspond à F.

Elle est l'expression vraisemblable de deux phénomènes : la dilution et l'épuration.

L'épuration a certainement un faible rôle, car B et F ne sont distants que de 800 mètres environ ; la dilution par contre joue un rôle important. En effet de nombreux courants de convection brassent les eaux au niveau du premier coude de la rivière et homogénéisent le sewage hospitalier. Des prélèvements (Dix) rapprochés entre B et F nous ont montré que, au droit de B, le taux des germes rive droite et rive gauche était trés différent (beaucoup plus important rive droite où les effluents débouchent) alors qu'au niveau de F les taux étaient à peu près comparables sur les deux rives.Les courants de convections jouent donc le rôle d'un mélangeur et il résulte une diminution de nombre d'E. COLI qui n'est qu'apparente.

L'apport de la ville.

En passant de 630 COLI au ml en F, à II40 en I, la ville entraine un gain de 5I0 germes au ml soit approximativement un taux double à la sortie immédiatement après le dernier des quatre gros collecteurs de la ville. Un fait est remarquable : il faut environ cinq km aux eaux de l'Isère pour doubler leurs

E. COLI, alors qu'au niveau des hôpitaux, sur une distance moindre E. COLI quadruple en nombre. Quantitativement, le microbisme dû à l'hôpital est donc plus important que celui de la ville.

La destinée des germes.

Lue en J. visualise un début d'épuration naturelle. Le taux de II40 germes au ml en I baisse en effet à 936 en J au niveau du confluent Isère-Drac et, en I km environ est réalisée une épuration d'approximativement 200 germes.

En définitive, le taux de départ de 287 germes au ml en A, se trouve après diverses fluctuations à 936, le gain dû à l'agglomération entière est donc de 650 germes au ml.

Ce qui représente un microbisme en E. COLI trois fois plus important à la sortie qu'a l'entrée de la ville.

Les germes totaux 37°

Si E. COLI représente le germe fécal par excellence, les bactéries qui se développent à 37° ont une signification voisine.

Elles reflètent en effet les microbes qui par leur optimum thermique ont pu ou pourront se multiplier dans l'organisme humain.

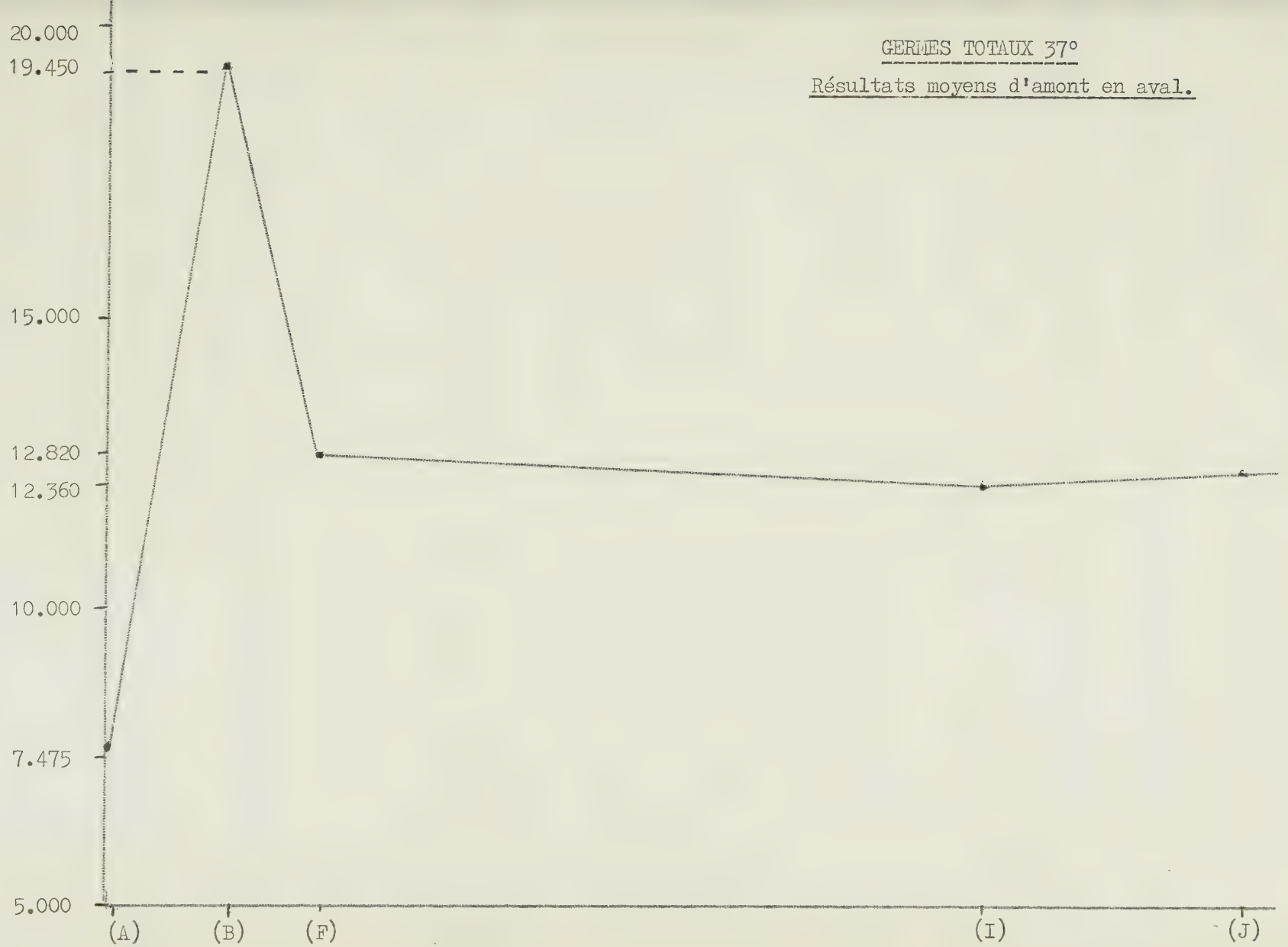
Nos mesures ont apporté les résultats moyens suivants :

A : 7.475 germes au ml
B : I9.450 -d°-
F : I2.820 -d°-
I : I2.360 -d°-
J : I2.400 -d°-

La représentation graphique en fonction de ces taux (en ordonnée) et des distances (en abcisse) appelle les re-

GERMES TOTAUX 37°

Résultats moyens d'amont en aval.



narques suivantes :

Dans l'ensemble le taux est beaucoup plus élevé que celui de E. COLI.

Le profil de la courbe dans sa portion hospitalière, entre A et F est assez comparable à celui obtenu avec E. COLI. On retrouve en effet, un faible taux en A (7475 germes au ml) un trés gros gain en B (I9.450 germes au ml) soit deux fois et demi le chiffre de départ.

Par ailleurs, entre B et F, la courbe dessine une trés forte descente, d'inclinaison analogue à celle des E. COLI dans la même portion.

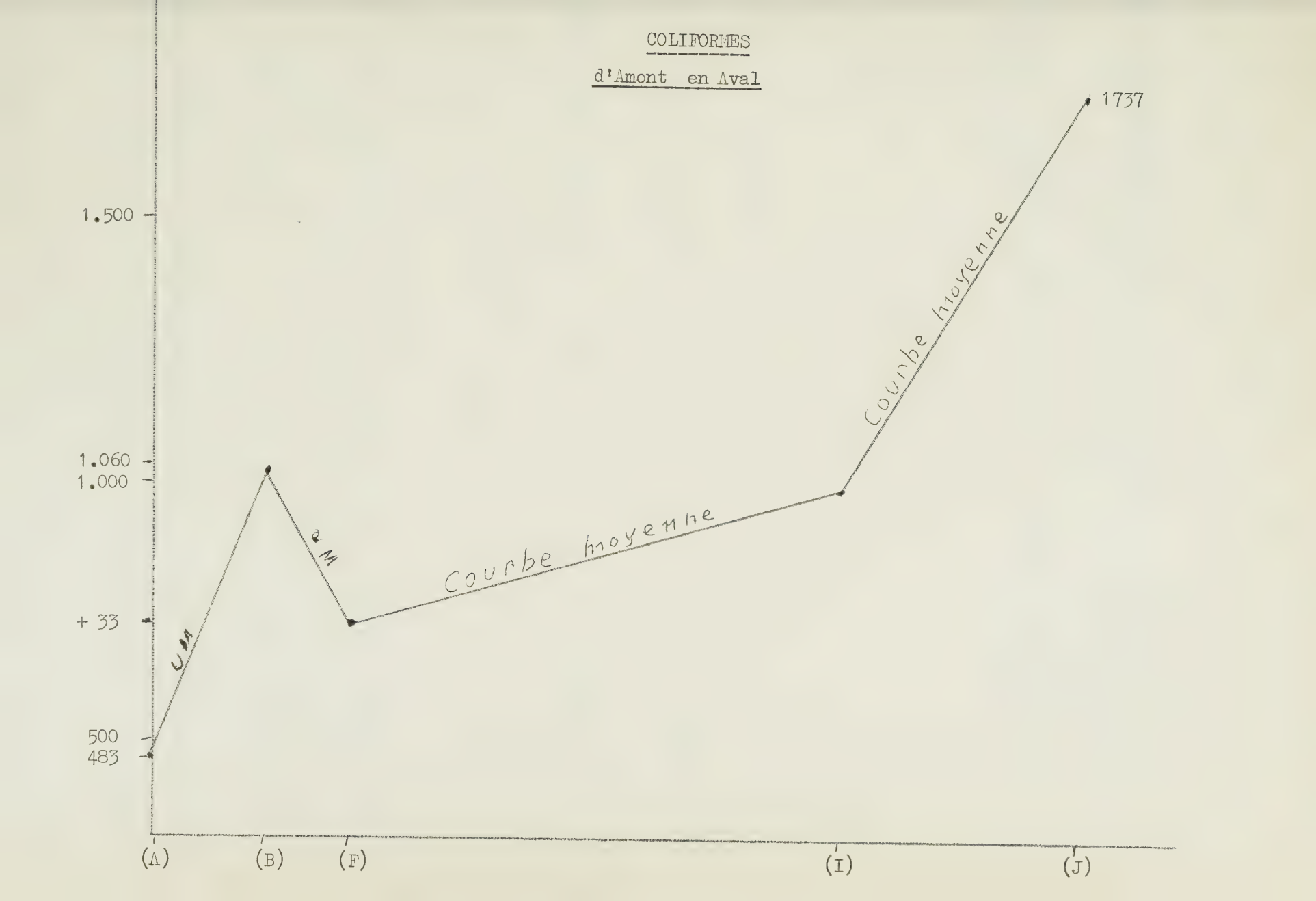
La dernière portion du graphique, de F à J est par contre dissemblable, à l'augmentation des E. COLI fait place une légère décroissance du nombre des germes totaux 37°. Ce fait est-il dû à une épuration plus importante que pour les COLI. Ou les germes totaux 37° sont-ils le propre de l'hôpital? Une détermination qualitative aurait peut être donné la clé du problème.

Quoiqu'il en soit le gain total de 4.925 germes au ml réalisé par les eaux de la rivière entre l'entrée et la sortie de la ville est vraisemblablement dû en grande partie au sewage hospitalier.

Les Coliformes.

Associés à E. COLI leur signification est pratiquement formelle :
Ils sont d'origine fécale.

Mais KELLER (54) BUTTIAUX (I2) et d'autres auteurs ont montré que les coliformes existaient à l'état "sauvage".


COLIFORMES
d'Amont en Aval
1737
1.500
1.060
1.000
+ 33
500
483
U.M
a.M
Courbe moyenne
Courbe moyenne
(A)
(B)
(F)
(I)
(J)

Dans les eaux de l'Isère, ils seront donc un reflet infidèle de l'apport fécal et pourront également en traduire le sapophytisme.

Les résultats moyens suivants nous ont permis la représentation graphique précédente avec en ordonnée le taux des coliformes en abcisse les distances.

A : 483 germes au ml
B :1060 -d°-
F : 733 -d°-
I :1011 -d°-
J :1737 -d°-

on peut formuler les remarques suivantes :

Entre A et B , le taux des coliformes double grace aux égoûts hospitaliers, probablement par apport fécal.

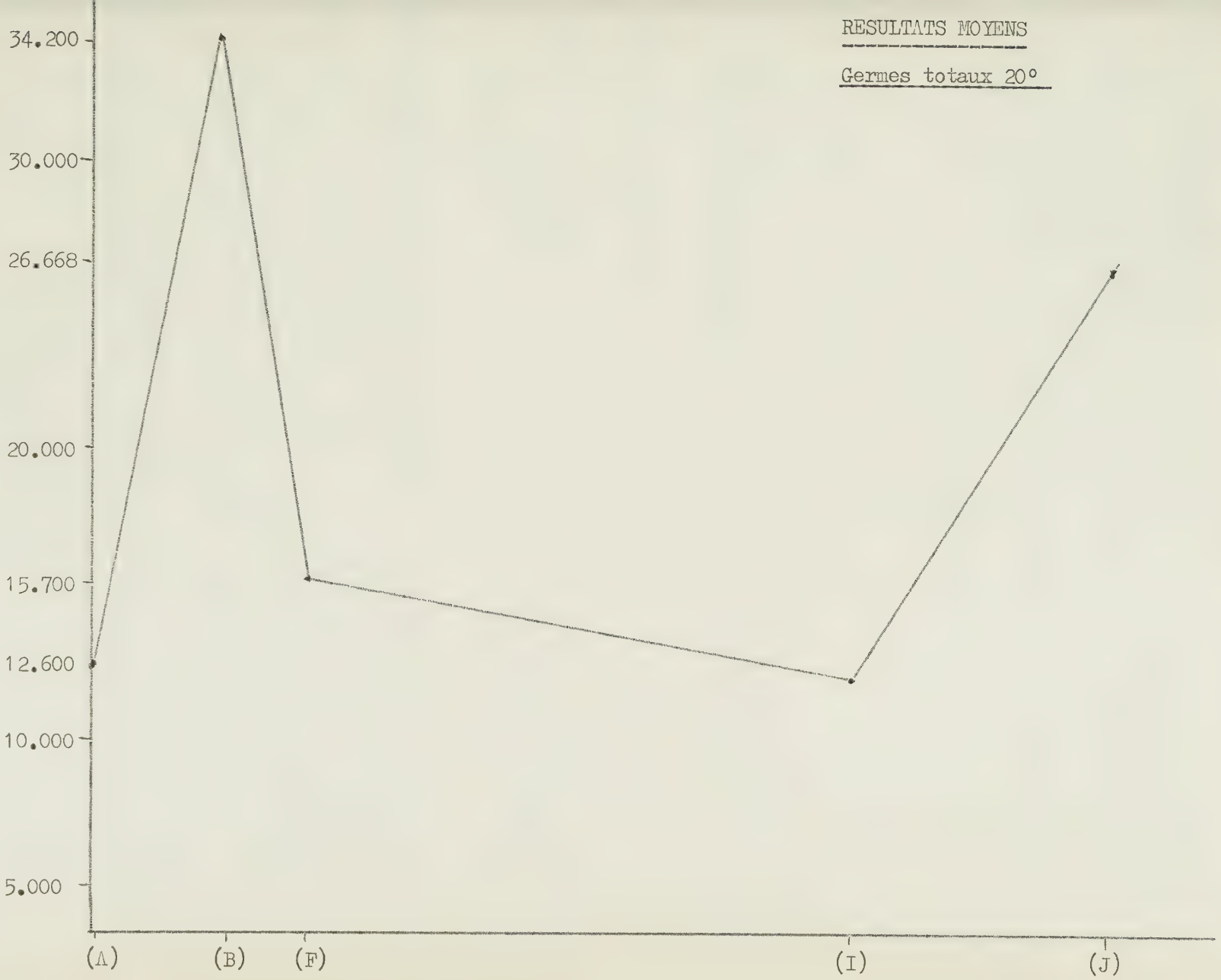
L'obliquité moindre de la courbe entre B et F (par rapport à E. COLI et aux germes totaux 37°) est vraisemblablement dûe à la présence de coliformes saprophytes qui trouvent dans les eaux chargées en éléments nutritifs du sewage hospitalier, des moyens de survie suffisants.

La portion citadine de la courbe entre F et J ne fait qu'exprimer l'augmentation de ce saprophytisme ; si bien, qu'en définitive, le taux des coliformes a triplé son nombre de départ. La contribution de la ville apparait donc, en ce qui concerne les coliformes comme autrement plus importante que celle des hôpitaux.

Il est possible que ces germes soient moins fragiles que E. COLI,et que la concurrence microbienne les touche beaucoup moins. A ce propos, l'étude des bactériophages aurait eu un grand intérêt.

RESULTATS MOYENS

Germes totaux 20°



Les germes totaux 20°

Plus que les coliformes, leur numération doit nous apporter des précisions sur le saprophytisme des eaux de l'Isère, où ils sont en effet dans leur élément naturel.

Le graphique précédent traduit nos résultats qui sont les suivants :

A : I2.600 germes au nl
B : 34.240 -d°-
F : I5.700 -d°-
I : I2.430 -d°-
J : 26.680 -d°-

La morphologie générale de la courbe est assez comparable à celle qui correspond aux coliformes.

Certaines particularités sont néanmoins remarquables.

Les taux de germes totaux 20° se chiffrent par milliers, et traduisent quelque soit le lieu de prélèvement, un saprophytisme trés important.

La première portion de la courbe entre A et F fait apparaître une augmentation proportionnellement beaucoup plus importante que pour les coliformes. Le sewage hospitalier doit offrir des conditions de vie (tenpérature, métabolites) plus favorables aux saprophytes banaux qu'aux coliformes, qui représentent peut être des germes plus difficiles quant à leur nutrition.

Les germes totaux poussant à 20° semblent à l'opposé des germes moins résistants, leur chute entre B et F est plus marquée que pour les coliformes.

La dernière portion de la courbe entre I et J montre un abondant développement, que des prélèvements échelonnés ont surtout noté en aval des abattoirs de la ville (cf schéma N °).

En définitive, les germes totaux poussant à 20°, se développent abondamment lorsque les conditions leurs sont favorables, le "pic" des prélèvements faits au droit des hôpitaux et après les abattoirs en font foi ; ils dégénèrent assez rapidement lorsque le milieu est moins riche.

Les importantes fluctuations qu'ils subissent constituent un excellent reflet des fantaisies de la nature et doivent les faire préférer, ou mieux associer aux numérations des coliformes pour juger du saprophytisme des eaux fluviales.

é

*

* *

III - VALEUR DES RESULTATS.-

MICROBISME ET POINT DE PRELEVEMENT.

Si CORVEST(25) en étudiant les eaux de la Garonne à Bordeaux conclue à l'égalité des taux de pollution en surface et en profondeur, il semble en être tout autrement pour les rivières dans lesquelles le brassage dû aux marées n'existe pas.

En effet, DRATCHEV, KORSH et MITYAGINA (33) ont montré que les eaux de surface contenaient entre deux et dix fois plus de saprophytes que les eaux plus profondes qui constituent le corps même du fleuve.

CHAMBON (I9) en étudiant les eaux du Rhône au cours de la traversée de l'agglomération Lyonnaise, a également insisté sur l'hétérogénéité de la distribution des germes dans une tranche de fleuve.

Nous avons donc pratiqué une série de vingt prélèvements pour préciser la distribution des germes dans une tranche de fleuve.

Ainsi, au pont du Sablon, entre la rive droite, la rive gauche et le centre, nous avons obtenu des résultats en E. COLI qui oscillaient autour de 300 germes au ml, avec des variations de plus ou moins 40 germes au ml.

Les numérations des saprophytes banaux poussant à 20° ont montré des fluctuations plus importantes, les chiffres les plus bas étant obtenus dans les eaux axiales de la rivière, alors que rives droite et gauche donnaient des résultats supérieurs de 60.000 germes au ml.

Au niveau du Centre Hospitalier.

Nous avons déjà montré, l'hétérogeneité qui existait

entre les deux rives au droit des effluents B, et l'homogeneité toute relative trouvée au niveau du premier coude de la rivière Isère.

Après le pont du chemin de fer.

Les prélèvements axiaux et sur les deux rives ont dévoilé une tendance à l'homogénéisation des E. COLI, en effet, ils n'accusent à cet endroit que des fluctuations de plus ou moins 20 germes au ml avec des taux légèrement plus élevés rive gauche, (les abattoirs juste en amont sont vraisemblablement la cause de ce phénomène). Les saprophytes par contre sont excessivement variables d'une rive à l'autre.

En somme, bien que peu nombreux, nos prélèvements nous permettent de penser à l'hétérogénéité de la distribution des germes dans la rivière Isère.

Pour E. COLI, l'homogénéité la plus grande, est notée à l'entrée et à la sortie de la ville, alors que dans l'agglomération proprement dite sa distribution est conditionnée par la topographie des égouts.

En ce qui concerne les germes saprophytes la plus grande fantaisie des résultats obtenus, permet de conclure, à leur hétérogénéité de distribution quelque soit le niveau du prélèvement.

En conséquence, l'extrapolation de nos résultats (exprimés par rapport au millilitre) au débit total de la rivière s'avère donc impossible.

Pour mener à bien une étude complète du microbisme de la rivière, il aurait fallu, avoir le concours des marins pompiers et étudier :

- les eaux de surface qui participent à la pollution atmosphérique, sur lesquelles, HOATHER l'a montré, la lumière solaire par ses ultra violets exerce son action bactéricide, où le saprophytisme est trés intense (DRATCHER et COLLABORATEURS).

- les eaux proches du fond qui ont probablement une biologie à cheval sur celle des eaux et des sols, tout comme les eaux marginales des berges.
- Enfin, les eaux qui constituent le corps même du fleuve.

Autrement dit, l'exploration des principales régions biologiques des eaux douces, le benthos (rives et fonds) et la zône pelagique constituée par l'eau libre en dehors du voisinage du benthos, les eaux de surface enfin, doivent chacune faire l'objet de numérations particulières.

MICROBISME ET POLLUTION MICROBIENNE

L'étude du microbisme présente un grand intérêt spéculatif ; mais en ce qui concerne, l'orientation pragmatique que doit avoir l'hygièniste, une étude plus simple est, certainement suffisante. La numération des saprophytes présente en effet, moins d'intérêt, et des précisions sur les germes fécaux sont bien plus utiles, car ils représentent la nuisance microbienne et ce sont eux qui doivent conditionner et orienter les lois pour une meilleure salubrité.

Le microbisme global n'est donc pas le reflet de la nuisance microbienne, et une étude qualitative est toujours nécessaire. Les germes fécaux doivent être numérés et l'idéal serait de dénombrer, plusieurs espèces de germes : SALMONELLA, VIRUS, ou des BACTERIOPHAGES.

Pour préciser un éventuel parallélisme entre germes fécaux et les autres germes, nous avons fait quelques recherches de bactériophages, à l'aide des phages COLI 36, TYPHI, PARA B, SHIGELLA (méthode au chloroforme). Il ressort de ces mesures, que d'amont en aval, au cours de la traversée de l'agglomération, le pourcentage des phages COLI est à peu près constant et que à tous

les niveaux, le phage SHIGELLA est aussi abondant que celui de S. TYPHI et du PARA B est trois fois plus important.

La numération des germes fécaux, principalement E. COLI, reflète donc bien la présence d'autres germes plus dangereux, et E. COLI, constitue un excellent test de pollution microbienne, sans toutefois en donner une précision suffisante.

Comme le pensent HAACK et HEGER (47), ni une formule basée sur des résultats analytiques, ni la détermination de valeurs limitées, tant pour les constituants chimiques que bactériologiques, ne sont valables pour juger de la valeur hygiènique d'une eau ; il faut considérer l'ensemble des résultats. JENSEN (52) a mis en évidence de nombreux bacilles de koch dans le sewage hospitalier de cinq villes, LEPINE (69) a montré la grande diffusion du virus poliomyélitique, on peut donc avancer en outre, que l'ensemble des numérations de germes doit être aussi vaste que possible et orienté par les conditions locales qui pourront mettre au premier plan tel ou tel germe.

- LES TESTS DE PUTRESCIBILITE -

Selon la technique habituelle, sur chacun de nos prélèvements nous avons recherché son pouvoir de putrescibilité.

La grande majorité de nos 215 tests a été négative. Seuls 8 prélèvements ont décoloré le bleu de méthylène après 5 jours d'étuve à 37°, 2 parmi ces 8, avaient une odeur nauséabonde. Nous avons gardé à l'étuve, 15 prélèvements pendant un mois, sur les 15, 3 se sont décolorés.

Donc le test de putrescibilité ne présente en matière de pollution microbienne, qu'un intérêt réduit, nous n'avons pas décelé de rapports fidèle et précis entre ce test et le nombre de germes.

- INTERPRETATION DE CES RESULTATS -

Nos résultats, bien qu'approximatifs et insuffisants, présentent, quand même, un intérêt double bactériologique et hygiènique.

En effet, ils contribuent à préciser une partie du microbisme de la zône pelagique de la rivière Isère. Par les apports du sewage de la ville et des hôpitaux les germes trouvent des conditions favorables à leur survie , surtout les saprophytes dont le taux est plus important à la sortie qu'à l'entrée de la ville.

Ils dévoilent également la principale source des pollutions microbiennes, que constitue le centre hospitalier au droit duquel se dessine de trés forts pourcentages de germes totaux poussant à 37° et de E. COLI.

*

* *

- C H A P I T R E III -

FACTEURS PARTICULIERS DE LA NUISANCE MICROBIENNE.

I - L'Ecologie des germes fluviaux.

- diffusion de la nuisance.
- rôle du germe dans la diffusion.
- modifications qualitatives des germes dans les eaux fluviales.

II - Influence des Saisons.

I - ECOLOGIE DES GERMES FLUVIAUX.

Les résultats numériques précédents sont fonction de deux types de facteurs, dont les uns tiennent au germe, alors que les autres dépendent des conditions vitales offertes aux bactéries par le fleuve.

C'est pourquoi, après avoir déterminé l'écologie des germes, nous aborderons les facteurs de variation du microbisme que représentent les saisons.

En effet, jusqu'alors nous avons numéré les germes à un instant t, en un point de prélèvement précis, mais quelle va être leur destinée et leur distribution dans la rivière Isère. Cette étude ecologique conditionne la retentivité du microbe, elle est donc du plus haut intérêt.

LA DIFFUSION DE LA NUISANCE MICROBIENNE.

Considérant un effluent E, se jetant dans une rivière R, nous avons apprécié la diffusion du microbisme apporté par E en procédant entre six et dix prélèvements, distribués de la façon suivante :

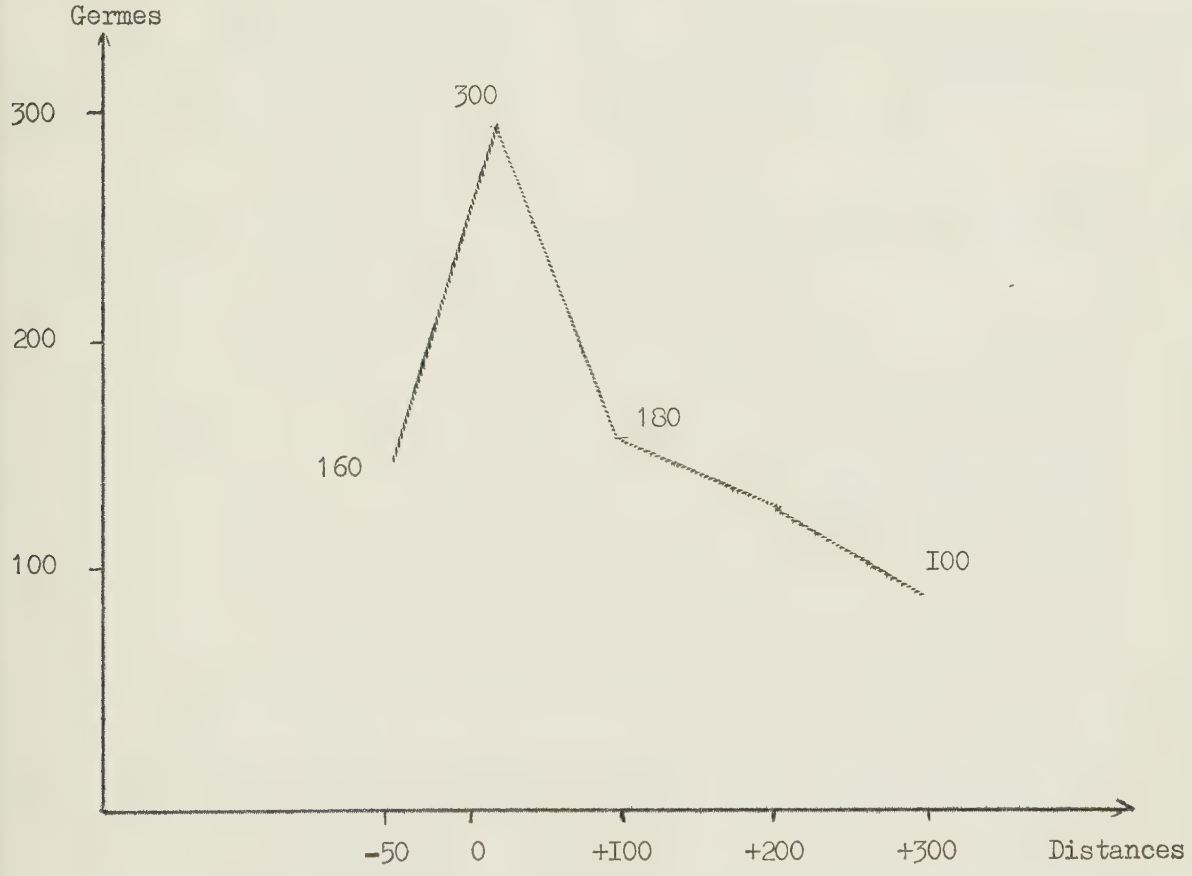
- premier prélèvement 50 mètres en amont de l'abouchement de l'égout.
- deuxième examen, dans l'exutoire lui même.
- enfin, une série en aval de l'abouchement de E, à raison d'une prise d'eau tous les 50 ou I00 mètres sur 3 à 600 mètres.

Ainsi, pour les six séries de numérations que nous avons effectuées au cours de l'été I96I, nous avons obtenu, les résultats moyens suivants qui précisent la diffusion d'E. COLI.

- 50 mètres en amont : I60 germes au ml
- dans l'effluent 300 -dº-

- I00 mètres en aval : I80 germes au ml
- 200 " I50 -d°-
- 300 " I00 -d°-

Nous pouvons donc construire la courbe de décroissance des germes dans l'espace sous jacente :



Elle nontre bien, qu'avant l'effluent le taux microbien est relativement faible.

Que dans l'égoût lui même de fortes concentrations sont obtenues.

Elle visualise, surtout la dispersion des bactéries dans les eaux en aval de E. par sa portion descendante.

Quelques prélèvements complémentaires nous ont montré qu'entre 300 et 350 mètres en aval de l'effluent, le taux des germes

variait peu ; et qu'entre 400 et 500 mètres il redescendait.

En conséquence, on peut dire, que, toute numération de germes doit être précisée quant à sa topographie par rapport aux effluents, car c'est le point de prélèvement qui conditionne le résultat obtenu.

Toute prise d'eau dans l'effluent apporte des résultats erronés par excès, alors que les prélèvements au delà de 400 mètres en aval donnent des résultats erronés par défaut.

L'appréciation de la modification des eaux d'une rivière devrait s'établir par un prélèvement recueilli entre 300 et 400m environ, en aval de l'effluent.

En effet, on peut penser que dans la première portion descendante de la courbe entre le point 0 et + 200 mètres, s'effectue une dilution des germes, et qu'après un taux identique à lui même, sur quelques dizaines de mètres, s'effectue une épuration naturelle (ou une prolifération si le milieu est trés favorable à la bactérie).

Il faut remarquer néanmoins, que le plateau de la courbe est fonction de nombreux facteurs locaux et que par conséquent l'idéal serait de déterminer avant toute étude, la diffusion des germes dans les eaux pour chaque fleuve et chaque effluent.

Le grand nombre des points d'apports de pollutions microbiennes dans une rivière ou un fleuve urbain, rend cette étude délicate; et comme nous avançons ces données que sur un assez petit nombre de mesures, il convient de faire quelques réserves de prudence quant à la précision des résultats avancés.

Le principe doit, néanmoins persister et l'appréciation du degré de nuisance microbienne d'un effluent sur des eaux fluviales doit s'établir sur des prélèvements effectués en aval de l'effluent après dilution, avant toute épuration ou multiplication du germe dans ces eaux.

- ROLE DU GERME DANS LA DIFFUSION DE LA NUISANCE MICROBIENNE -

Si, pour un même apport quantitatif, la qualité des germes varie, leur destinée va différer selon la bactérie en cause.

La première partie de la courbe, reflètant la dilution de l'apport doit théoriquement être semblable pour tous les microbes.

Mais lorsque l'épuration effective entre en jeu, selon la résistance du germe, d'une part,et le pouvoir épurateur de l'eau d'autre part, les pollutions microbiennes vont soit se majorer, (la multiplication des germes déborde l'épuration) soit se minimiser.

C'est ici, qu'apparait l'importance de la notion de plasticité bactérienne. Des germes comme W. PERFRINGENS, les plus longs à disparaitre, (le fait est prouvé depuis longtemps) seront des tests de pollutions éloignées, d'autres bactéries plus labiles comme E. COLI seront le témoin des apports plus proches.

GEVAUDAN et TALARMET (42) qui ont étudié la distribution des germes dans les eaux de mer ont pu établir, des zones de nuisance microbienne. Chaque germe en fonction de ses qualités propres ayant une aire de diffusion plus ou moins grande.

Tous nos résultats, sur l'Isère sont, sur ce point discordants malgré quatorze séries de mesures faites avec E. COLI, les coliformes et W. perfringens. Cela tient vraisemblablement à la multiplicité des points d'apports au cours de la traversée de l'agglomération. L'idéal pour démontrer cette différence de diffusion aurait été d'avoir un effluent unique, une décharge microbienne unique et momentanée, conditions exceptionnelles car les égoûts représentent le type même des pollutions chroniques.

*

* *

- LES COURBES DE SURVIVANCE DES GERMES -

A cette étude des germes dans l'espace nous avons associé des numérations en fonction du temps.

Dans la réalité ces deux composantes : temps et espace sont liées et expriment le pouvoir épurateur des eaux considérées.

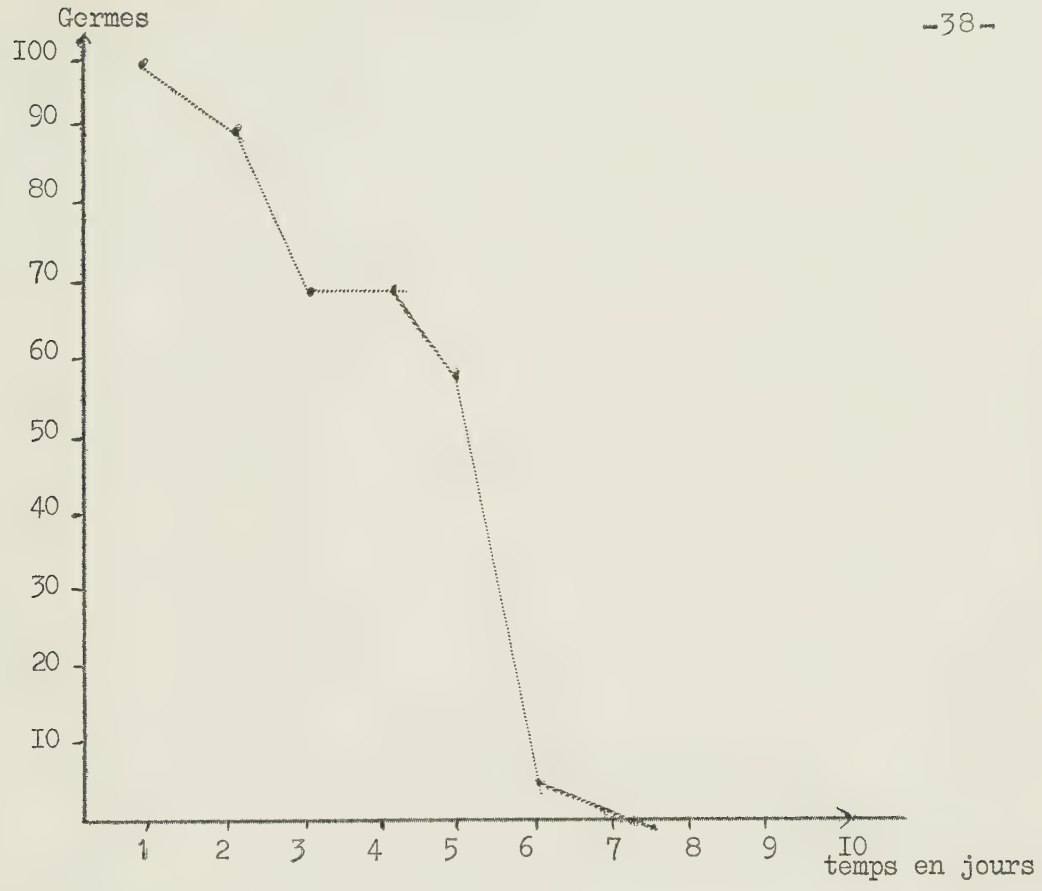
Nous avons mesuré la diminution des germes en fonction du temps sur une eau prélevée au point F, de la façon suivante :

- un prélèvement P effectué à l'instant t est ensemencé immédiatement pour une première numération.
- le reste de l'eau prélevée est conservé à la température du laboratoire et chaque jour on procède à une nouvelle numération.
- voici nos résultats moyens établis sur une série de 8 prélèvements effectués en Juillet - Août 1961.

E. COLI

- le jour du prélèvement : 215 germes au ml
  après 1 jour 100 germes au ml
  " 2 jours 90 "
  " 3 jours 71 "
  " 4 jours 70 "
  " 5 jours 60 "
  " 6 jours 5 "
  " 7 jours 1 "

D'après ces résultats nous avons établi la courbe de décroissance d'E. COLI en fonction du temps :

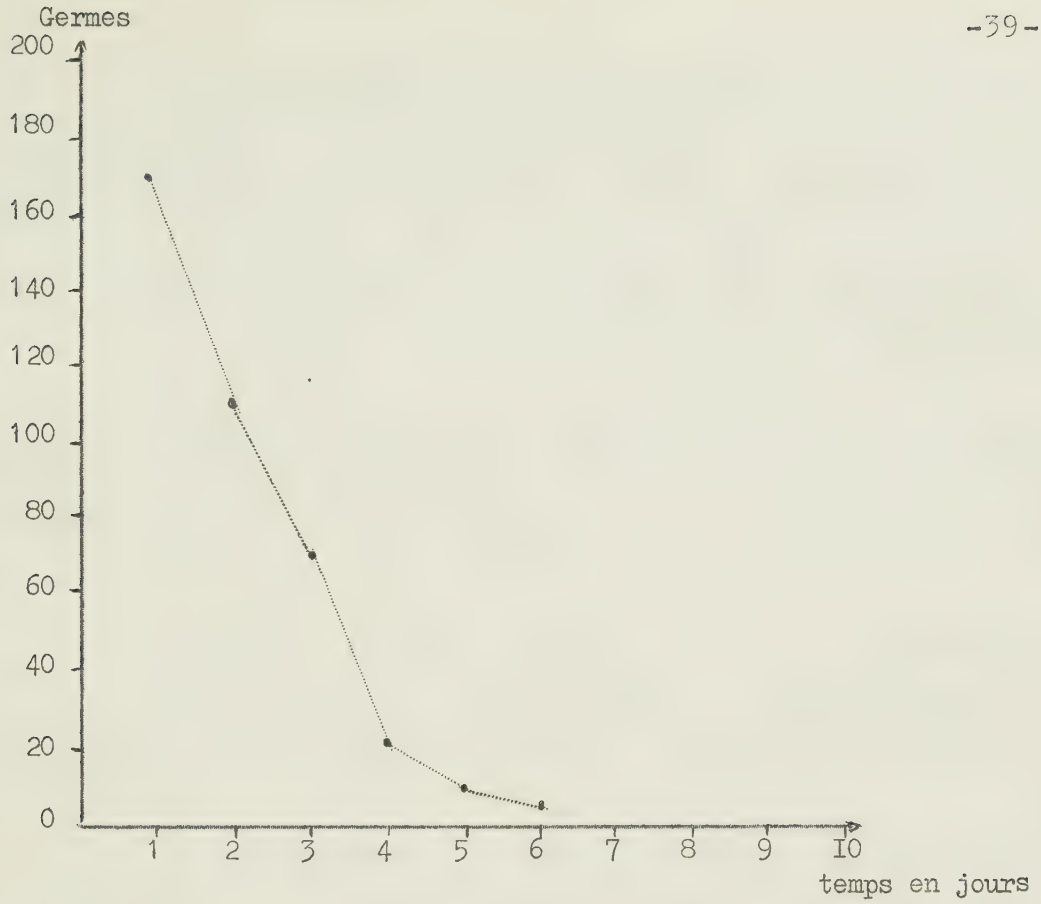


En conséquence, E. COLI, dispersé dans les eaux de l'Isère, décroit en nombre d'une façon trés nette et après une semaine, son taux est presque nul.

LES COLIFORMES

En parallèle nous avons également déterminé des courbes de décroissance des colifornes :

- Ier jour I70 germes au ml
- 2ème " II0 "
- 3ème " 70 "
- 4ème " 20 "
- 5ème " 7 "
- 6ème " 3 "



En 5 à 6 jours, le pourcentage des coliformes diminue et tend à s'annuler.

Donc, on peut supposer que les eaux de l'Isère ne sont pas favorables à la multiplication des germes et qu'il s'opère une bonne épuration naturelle.

Cette épuration est fonction du germe, car BILLY (8) et d'autres pensent que la longévité des espèces bactériennes est spécifique (bien que difficile à préciser) ; elle est également fonction des propriétés de l'eau qu'elles soient physiques : ph , (ALLEN (I) a insisté sur son importance) turbidité .... chimiques: DBO, détergents présents dans les eaux... ou biologiques : bactériophages, germes concurrents...

Un fait apparait comme capital : toute appréciation des effets des pollutions microbiennes, doit tenir compte du pouvoir épurateur de l'eau considéré, et l'établissement des courbes de

de survivance pour un grand nombre de germes parait souhaitable, avec des eaux prises en été pour juger de l'action des ultra violets (ARLOIN et DUFOUR n° 5)de la chaleur (ALLEN, TOURBISSEN, NORBON) et d'autres facteurs plus spécifiques des conditions locales.

- LES MODIFICATIONS QUALITATIVES DES GERMES FLUVIAUX -

Parallèlement à ces courbes de décroissance numérique, nous avons tenté de préciser s'il existait des variations qualitatives des germes qui, issus des effluents, s'épandaient dans le fleuve.

A chacune de nos lectures, lors de l'établissement des courbes de survivance nous avons étudié la morphologie des colonies et des germes eux mêmes, d'une part ; leur pouvoir pathogène d'autre part.

La morphologie des colonies nous a montré que, au fur et à mesure de la décroissance des germes, elles devenaient moins lisses et nettes, moins bombées, qu'elles étaient au contraire plus plates et déchiquetées sur les bords.

Au gram nous avons obtenu les premiers jours, des coli typiques : petits bacilles courts et trapus à bouts arrondis, parfois coccobacillaires, d'égale grosseur entre eux. Dès le troisième jour s'individualisaient trois types de germes : les uns, de plus en plus rares, gardaient la morphologie du germe typique ; d'autres s'étiraient pour constituer des filaments peu larges, deux ou trois fois plus long qu'un E. COLI normal, avec un corps microbien hétérogène vacuolaire ; d'autres enfin, plus longs que E. COLI normal, mais moins que les filaments constituaient ce que HUGUES (46) a dénommé les formes longues, à distinguer des filaments.

Ce qui importe, c'est que les formes longues sont d'après HUGHES symptomatiques de l'inanition de la bactérie et prémoni-

toires d'une mort certaine. Donc il existe insuffisamment de matériaux nutritifs dans les eaux de l'Isère pour subvenir aux besoins de tous les germes du sewage.

A cette involution irréversible des formes longues, HUGHES (46) a opposé les formes filamenteuses à partir desquelles il a pu faire repartir des cultures normales.

Donc, sur le plan purement pragmatique de l'hygièniste, il importe peu que les vacuoles des filaments soient un procèssus de défense (FISCHER) ou un stade de destruction du corps microbien (BILLY (8) mais il est primordial de constater que : des germes apparemment complètements détruits et dégénérés peuvent reprendre leurs propriétés primitives.

En définitive,si nos remarques, comparables à celles de BILLY sur W. PERFRINGENS en survivance dans les eaux, apportent une preuve supplémentaire à l'involution des germes dans les eaux fluviales ; elles laissent néanmoins la possibilité du germe de repartir et de nuire.

- LE POUVOIR PATHOGENE -

Du pouvoir pathogène des germes fluviaux issus du sewage, dépend le danger infectieux d'une eau ; il présente donc un grand intérêt.

Au point B, en plein effluent des services de pédiatrie hospitaliers, nous avons effectué une série de 20 prélèvements, et sur les colonies d'E. COLI nous avons recherché à l'aide de sérums agglutinants le pouvoir pathogène, des types de germes suivants :

I26 B6, 111 B4, 26 B6, 55 B5, 86 B7, II9 B4, I27 B8, I25 BI5, I26 BI6, I28 BI2.

Sur toutes nos recherches, nous avons trouvé deux fois des E. COLI nettement pathogènes (111 B4 le 6.3.6I et 26 B6 le

24.3.I96I) par cette méthode et le fait est remarquable, parce que à la même époque, des gastro entérites à 111 B4 et 26 B 6 étaient soignées dans le service des enfants malades. Dans deux autres cas les résultats étaient douteux, et dans les I6 autres, ils étaient franchement négatifs.

En conséquence :si l'on admet qu'au départ les E. COLI issus des services de pédiatrie étaient en grande partie pathogènes il y a diminution vraisemblable de la pathogénéicité.

EN CONCLUSION, l'étude de l'écologie des germes fluviaux montre l'intérêt de la connaissance, des aires de nuisance microbienne en fonction du germe considéré et des courbes de survivance spécifiques de la bactérie dans un milieu aquatique précis.

Un fait ressort : les germes subissent dans les eaux de la rivière Isère, une involution ; et comme MOUROMTSEV (77) en étudiant la formation des espèces en microbiologie médicale a démontré la possibilité d'un transformisme microbien dans certaines conditions, il est vraisemblable que les germes du sewage prennent une personnalité différente.

Il semble, que ces germes nouveaux soient moins dangereux, mais l'extrapolation de E. COLI aux autres germes est-elle possible ? De plus amples recherches seraient nécessaires, on ne peut, sans elles, qu'insister sur la nécessité de recherches dynamiques pour apprécier la retentivité d'un effluent sur les eaux des rivières ou des fleuves.

*

* *

- INFLUENCE DES SAISONS -

Pour des conditions extrinsèques identiques, les mêmes germes ont un potentiel de vie théoriquement semblable. C'est donc en faisant varier les différents paramètres du milieu cultural, que les saisons constituent un facteur important de retentivité du microbisme et par conséquent des pollutions microbiennes.

C'est pourquoi, après avoir précisé les caractéristiques des quatre saisons, nous verrons les fluctuations du microbisme, au cours de l'année.

L'HIVER

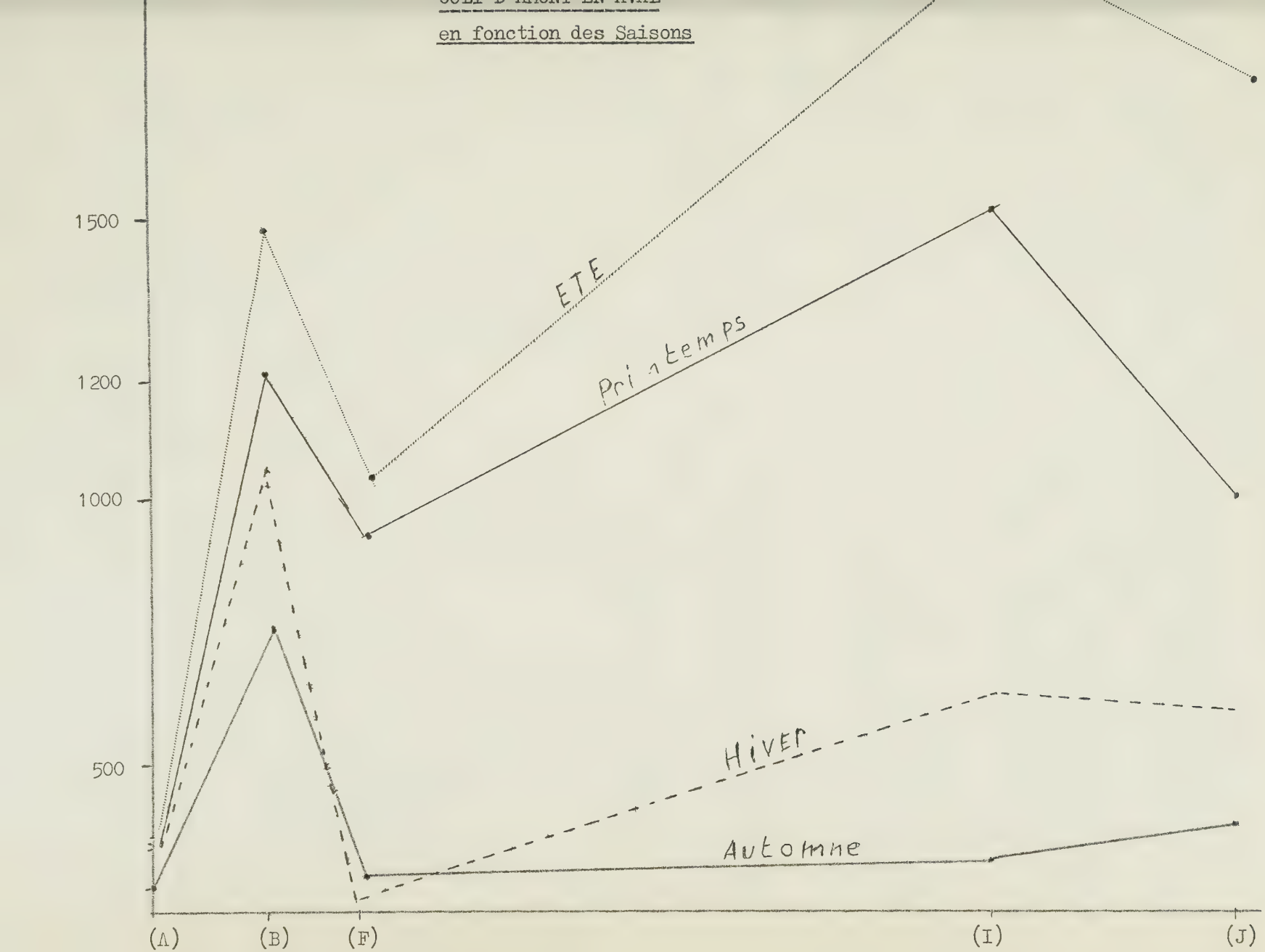
De Décembre à Mars, l'Isère a un débit moyen de I48 m3 qui représente l'étiage de la rivière. La température des eaux, est comprise entre 4 et 8°, alors que la température atmosphérique oscille entre 0 et I0° (environ). La pluviosité est faible, et des chûtes de neige sont notées. Les hôpitaux enfin, sont remplis de malades (affections pulmonaires principalement).

LE PRINTEMPS

De Mars à Juin est caractérisé par un réchauffement des eaux et de l'atmosphère, une augmentation du débit de la rivière qui atteint en moyenne 2II m3 grâce à la fonte des neiges et aux pluies plus abondantes. Les eaux enfin sont boueuses, de forte turbidité.

EN ETE

De Juin à Septembre, les eaux restent hautes (débit de I85 m3 en moyenne) et se réchauffent pour atteindre 8 à I2°, la température atmosphérique est assez douce (I5° en moyenne).


en fonction des Saisons
1500
1200
1000
500
ETE
Printemps
Hiver
Automne
(A)
(B)
(F)
(I)
(J)

EN AUTOMNE

Si des pluies peuvent entrainer de forts débits, on peut dire que les paranètres caractérisant cette saison sont intermédiaires entre ceux de l'été et de l'hiver.

En définitive, nos prélèvements d'été seront spécifiques de la saison chaude, ceux du printemps et de l'été préciseront le microbisme en hautes eaux ; ceux d'hiver enfin, montreront les bactéries en étiage et en saison froide.

Nous verrons tout d'abord sur un plan analytique, chaque germe aux diverses saisons puis dans une synthèse nécessaire, les conditions qu'offrent chaque saison aux pollutions microbiennes.

E. COLI

Les résultats suivants nous ont permis la construction du graphique précédent sur lequel le taux des germes au ml est en ordonnée, les distances en abscisse

AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE
A 242	A 324	A 300	A 272
B 764	B I064	B I224	B I487
F 302	F 26I	F 925	F I03I
I 36I	I 624	I I526	I 203I
J 400	J 596	J I000	J I750

En sachant que les apports des égoûts sont grossièrement constants (quantitativement du moins) tout au long de l'année, l'étude de ces résultats nous permet les remarques suivantes :

- le taux de E. COLI au niveau du prélèvement A est sensiblement identique à lui même quelque soit la saison considérée ; il n'oscille en effet qu'entre 242 et 324 germes au ml.
- au droit de l'hôpital, en B, les numérations apportent des fluctuations sensibles. D'un minimum d'automne (764 germes) le microbisme s'élève à I064 en hiver, puis I224 au printemps pour atteins-

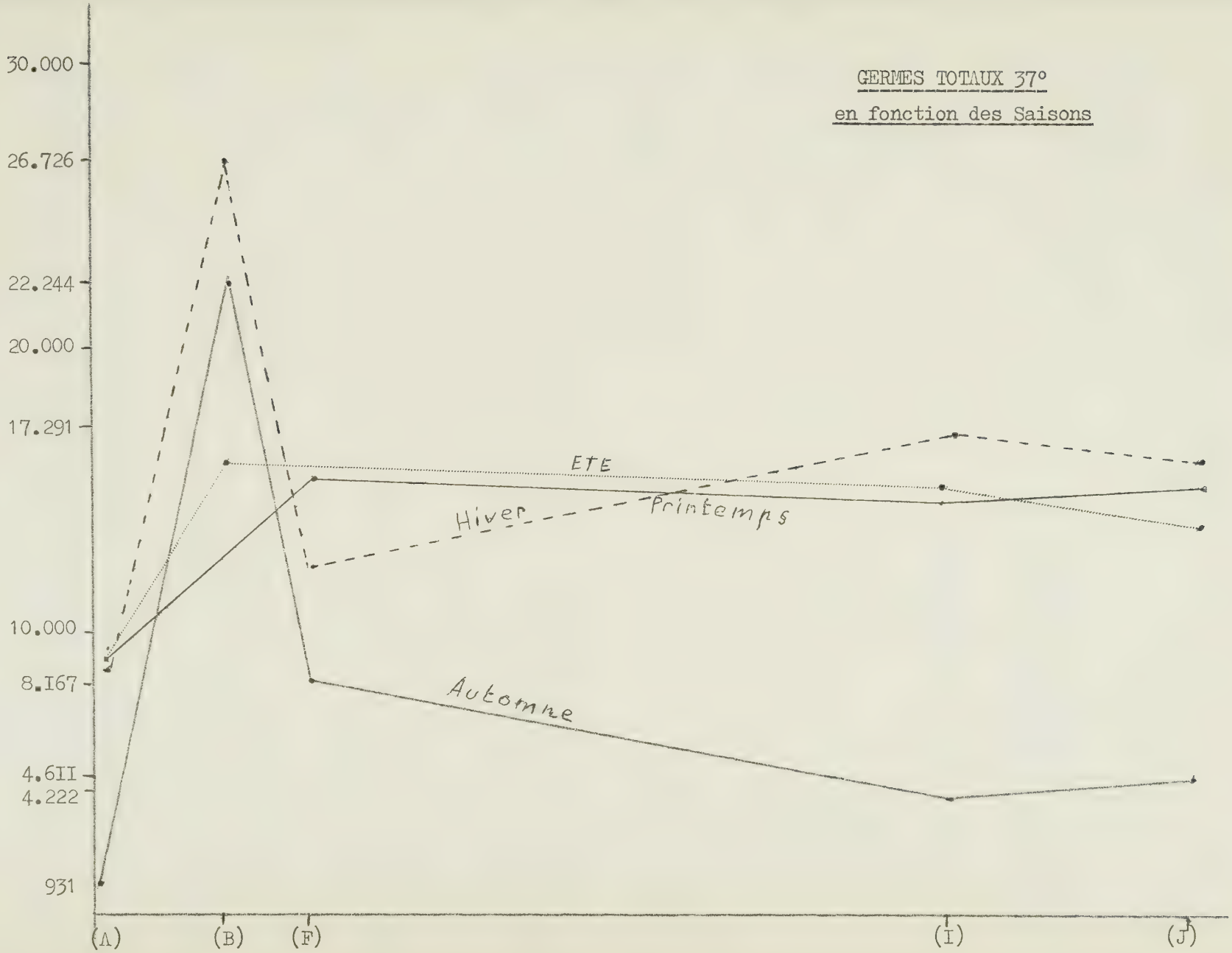
dre un maximum d'été (I487 germes au ml), on peut donc, en tenant compte du débit, penser qu'en saison froide (Hiver-Automne) E. COLI est proportionnellement en nombre bien moins important qu'en saison chaude (printemps -été).

La diminution de E. COLI entre B et F, est maximum en hiver (803 germes "d'épurés") alors qu'elle est plus faible en saison chaude (456 germes "d'épurés"). Autrement dit, les conditions de vie offertes à E. COLI sont défavorables en hiver (surtout) et relativement favorables en été. Tout se passe comme si les eaux de la rivière Isère, se comportaient comme un réfrigérateur vis à vis de E. COLI.

L'apport en germes qui correspond à la ville, exprimé par la différence du taux de germes entre I et F suit la même courbe annuelle qu'au niveau des hôpitaux. En effet, il part d'un minimum d'automne (gain de 59 E. COLI entre F et I) passe à 363 germes au ml en hiver, puis 60I au printemps enfin I.000 bactéries en été. Dans l'ensemble, le gain dû à la ville est moins important que celui du centre hospitalier. Il semble donc que, quelque soit le niveau considéré, E.COLI prolifère volontiers en été, alors qu'il souffre des basses températures d'hiver.

La diminution de E. COLI entre I et J est maximum au printemps, négligeable (hiver) ou nulle (automne) en saison plus froide. La dilution du sewage qui joue certainement beaucoup dans la chute des germes entre B et F n'ayant entre I et J aucun rôle ; on peut avancer que, l'épuration naturelle de la rivière Isère est surtout importante pendant la saison chaude quelque soit le mécanisme de cette épuration.

En somme, si des apports trés importants sont réalisés pendant la saison chaude, l'épuration vient heureusement en minimiser au mieux les effets. En été les eaux de la rivière sont le siège d'une intense activité microbienne


GERMES TOTAUX 37°
en fonction des Saisons
30.000
26.726
22.244
20.000
17.291
10.000
8.167
4.611
4.222
931
ETE
Hiver
Printemps
Automne
(A)
(B)
(F)
(I)
(J)

(prolifération et épuration), alors qu'en hiver, le microbisme est moins prolifique.

Les germes totaux 37°

Les résultats suivants (exprimés en nombre de germes au ml, nous ont permis la construction du graphique précédent:

AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE
A 93I	A 9769	A 9500	A 9700
B 22244	B 26726	B I2900	B I5950
F 8I67	F I2492	F I5625	F I5025
I 4222	I I729I	I I4875	I I3050
J 46II	J I6038	J I52I0	J I3875

A première vue, l'ensemble parait assez discordant et on ne note une certaine parenté avec E. COLI qu'entre les courbes d'été et de printemps, de F à I.

Etant donné la signification humaine de ce germe poussant à 37°, on peut penser que : l'importance des apports hospitaliers au cours de l'année est dû aux malades hospitalisés, qui en représentent ainsi la principale source.

Le seul apport au niveau de la ville, étant obtenu en hiver, on peut également supposer qu'à cette période de l'année le plus grand nombre de maladies infectieuses citadines, est en cause.

En fait, ces données n'ont que la valeur d'hypothèses et jusqu'à preuve du contraire, (études qualitatives de ces germes...) elles doivent être présentées avec de sérieuses réserves.

En définitive, un fait certain persiste, l'hôpital représente tout au long de l'année, une importante source de germes totaux poussant à 37°, alors que la ville proprement dite

n'en majore le taux que l'hiver durant.

Quant à l'épuration, celle des hôpitaux est maxinun en hiver, importante en automne, celle de la ville est toujours débordée (Automne et surtout Printemps, Eté) sauf en hiver, par l'importante prolifération qui s'opère entre I et J.

L'Isère constitue donc pour les germes totaux poussant à 37°, un milieu de culture acceptable, ce qui explique le peu ou l'absence d'épuration naturelle dessinée en J. Il est néannoins probable que les prélèvements effectués plus en aval auraient dévoilé une épuration.

Il se peut, que, les germes totaux "humains" soient plus résistants, que E. COLI ainsi serait expliquée la latence que nous avons noté dans la diminution de leur taux. Leur important pouvoir de prolifération rend ce phénonène encore plus net en saison chaude.

LES GERMES TOTAUX 20°

Pour ces représentants du saprophytisme dans la rivière, les numérations portant sur ces germes nous ont amené à constater les fluctuations saisonnières suivantes :

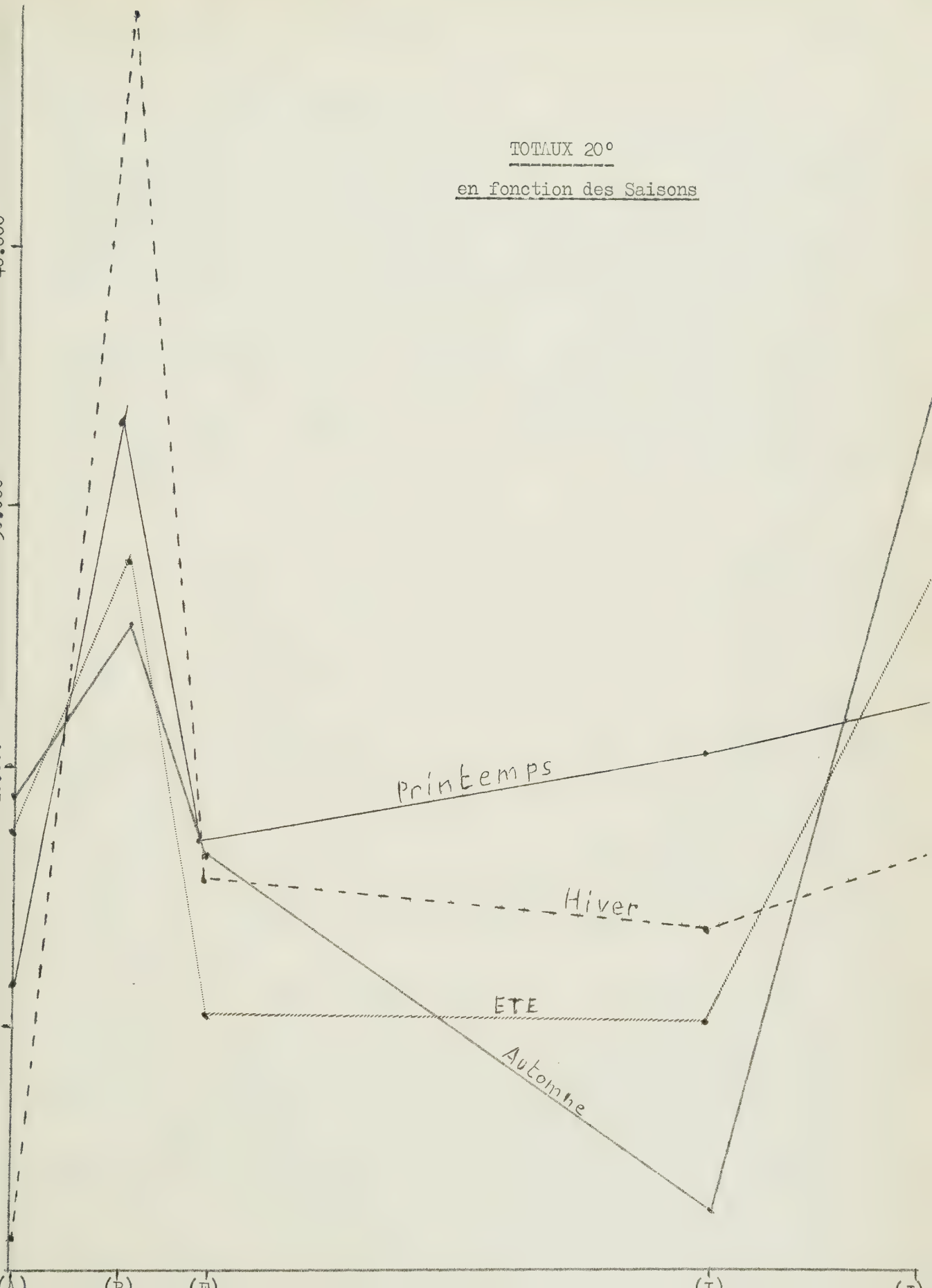
AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE
A. I9.522	A I.438	A. I2.325	A. I8.000
B. 26.I52	B 49.I00	B. 33.670	B. 28.200
F. I6.899	F I6.346	F. I7.802	F. II.600
I. 2.778	I I4.254	I. 2I.076	I. II.5I0
J. 37.467	F I7.338	J. 23.200	J. 29.000

(taux exprimés au ml)

Sur la courbe représentative construite en fonction des données précédentes, on remarque que, d'une façon générale le saprophytisme est assez important quelque soit le niveau de prélève-

TOTAUX 20°

en fonction des Saisons



ment et la saison considérés.

Dans le détail des apports dûs aux égoûts hospitaliers les taux les plus élevés sont obtenus en hiver. La différence des numérations entre A et B sont en effet de 47.622 germes au nl pendant cette saison. alors que le gain n'est que de 6.630 germes en automne, I0.200 au printemps, 2I.345 en été, enfin.

Les apports dûs à la ville proprement dite sont (sauf au printemps) pratiquement inexistants à côté de ceux des hôpitaux ; entre F et I, les germes numérés, dévoilent une diminution sensible de I4.I2I en automne, 2.092 en hiver ; 490 germes en été. Au printemps; par contre, les apports de la ville sont appréciables et s'élèvent à 3.274 germes au ml.

Il semble donc que le sewage hospitalier constitue la source par excellence en germes totaux poussant à 20° et vraisemblablement aussi, en éléments nutritifs, qui doivent s'épuiser entre F et I. L'épuration naturelle est donc facilitée et la diminution des germes en I, est ainsi expliquée.

Si le sewage hospitalier conditionne les taux de germes saprophytes dans la portion citadine du fleuve, il apparait, en considérant les numérations obtenues en J que les effluents citadins conditionnent le saprophytisme en aval de la ville. L'augmentation des bactéries entre I et J est en effet sensible quelque soit la saison, et correspond à un gain de 34.689 germes au nl en automne, de 3.084 en hiver, de 2.I24 au printemps, et de I7.490 bactéries en été.

Pour les saprophytes comme pour les germes totaux poussant à 37°, des prélèvements situés en aval de J auraient eu l'intérêt de préciser l'épuration (éventuelle) qui s'opère certainement d'autant plus qu'il n'y a pas de nouvel effluent après J.

Quoiqu'il en soit, c'est en saison froide que le saprophytisme semble le plus important au niveau des hôpitaux (gain hiver-

nal de 47.622 germes ; après la ville (gain de 34.689 en automne) également.

LES COLIFORMES

En fonction des diverses saisons, nos résultats nous ont apporté aux différents points de prélèvements (en abcisse) les taux suivants (en ordonnée). La courbe de la page précédente en est la représentation.

AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE
A 705	A 300	A 4I0	A 520
B II55	B I0I5	B I220	B I460
F 504	F 400	F 670	F 7I0
I 520	I 565	I 950	I 20I0
J 3625	J 785	J 950	J I570

Dans l'ensemble, les courbes se rapprochent assez de celles de E. COLI. Les taux sont en effet assez voisins et certaines particularités sont communes.

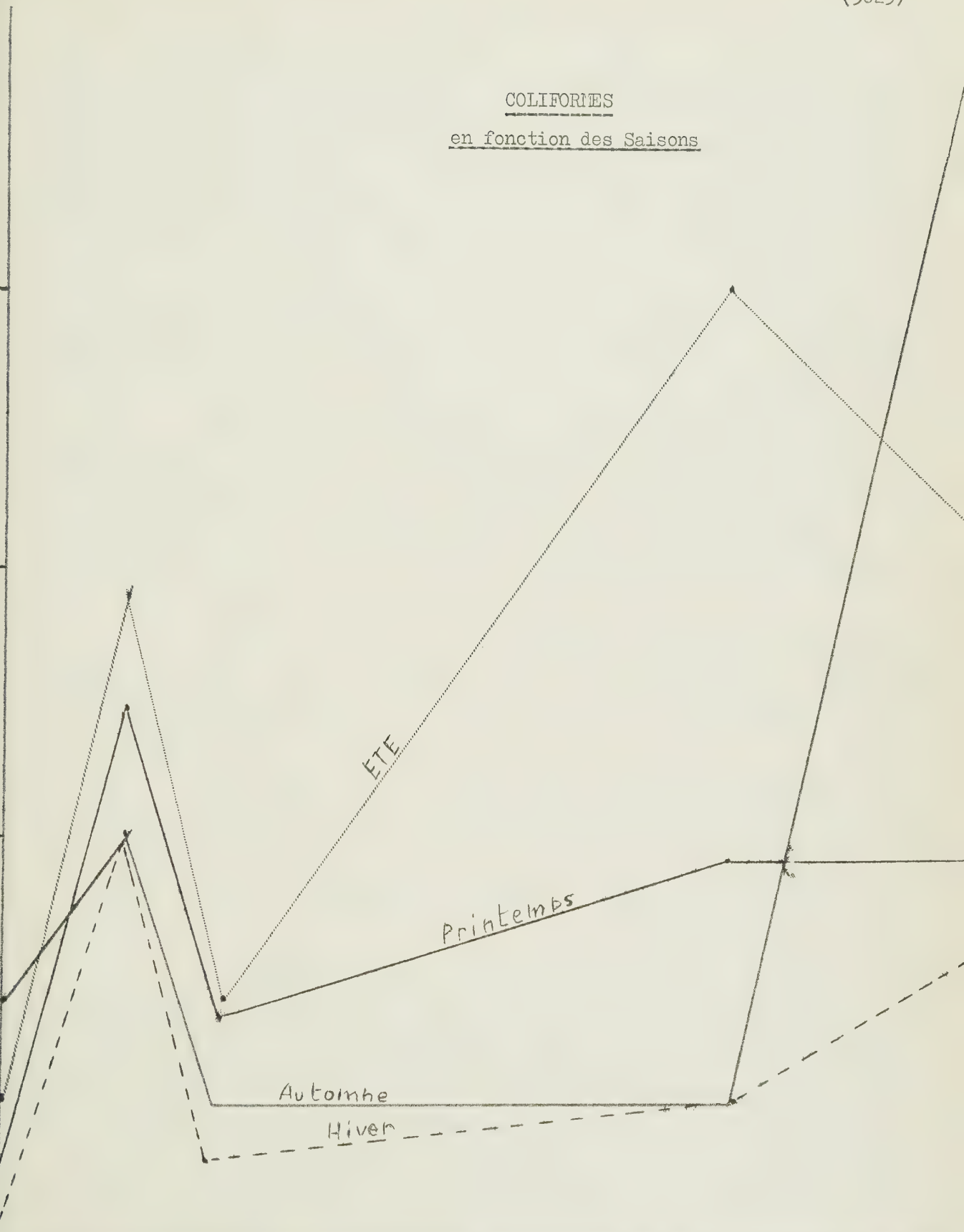
Ainsi, les apports hospitaliers passent par un minimum d'automne (gain de 450 germes au ml entre A et B) et s'élèvent en hiver (gain de 755) et au printemps (820 germes de gagnés) pour atteindre un maximum d'été, correspondant à un gain de 940 coliformes au ml.

De même, les apports de la ville, partent d'un gain automnal de I6 germes entre I et F, taux qui monte à I65 en hiver 280 au printemps et I300 en été.

Ces similitudes des apports du centre hospitalier et de la ville, entre E. COLI et les coliformes permettent de penser que les coliformes ainsi numérés étaient d'origine fécale.

COLIFORMES

en fonction des Saisons



(A) (B) (F) (I) (J)

Entre B et F s'opère une épuration dont le maximum est atteint en été (décroissance de 750 germes) comme, c'est également en été que se dessine une épuration sensible des germes dûs à la ville, (440 germes d'épurés entre I et J), on peut penser que c'est pendant les saisons chaudes que ces germes sont les plus éprouvés par le pouvoir épurateur des eaux de l'Isère.

A la sortie de la ville, les germes ont des taux conditionnés par les fluctuations qui s'opèrent dans l'agglonération proprement dite, et sur un plan synthétique on remarque que :

- En saison froide (Hiver et Automne) le saprophytisme est des plus importants, les gains de germes totaux 20° entre A et J s'élèvent en effet de I7.945 en automne, de I5.900 germes au ml en hiver, les coliformes de même, entre les mêmes points de prélèvement accusent en automne une augmentation de 2.920 germes au ml (gain presque triple de celui de l'été).

Les germes totaux 37° accusent également en saison froide les gains les plus importants. Une différence de 6.269 germes au ml est en effet notée entre A et J (soit un taux presque double de celui obtenu en été).

En saison chaude (été principalement) ce sont les E. COLI qui réalisent à la sortie de la ville leur gain le plus élevé.

En J., on obtient en effet I.478 germes de plus qu'en A.

En définitive, on peut (sous réserve) avancer que ce sont les COLI qui se développent le mieux dans les eaux atteignant I0° (environ) malgré une épuration importante. Qu'à l'opposé, dans les eaux légèrement plus fraîches, les germes moins labiles comme les totaux 37° et les saprophytes ont une résistance plus grande.

En conséquence, sur un plan purement pratique, l'épi-

démiologie d'une affection dépend de la résistance du germe causal.

Selon ses possibilités culturales, en fonction du milieu dans lequel il est lâché, sa retentivité variera ; la différence des taux obtenus entre l'entrée et la sortie de la ville avec les quatre germes que nous avons numérés en fait foi.

Il conviendrait, donc de préciser pour un grand nombre de germes pathogènes, quelles sont les limites de leur pouvoir d'adaptation dans chaque fleuve, pour avoir avec une précision valable la notion de la nuisance de ces germes.

Certains germes trouveront dans les eaux d'été les conditions idéales pour leur nuisance, alors que d'autres auront une nuisance maximum en saison froide. Bien que le nombre des germes importe beaucoup, cette notion parait capitale.

*

* *

- C O N C L U S I O N S -

Au terme de cette étude sur les pollutions microbiennes de la rivière Isère, le jour se fait sur un certain nombre de problèmes locaux et généraux.

PLAN LOCAL : il apparait que la pollution hospitalière est considérable, égale ou supérieure à celle de la ville entière. Cet état de chose tolérable (et non acceptable) si l'on considère l'ancienneté relative du centre hospitalier doit être combattue par une épuration artificielle du sewage dans le nouvel établissement qu'il est question de construire. La disposition des hôpitaux en amont de l'agglomération rend cette mesure des plus nécessaires.

De même, si le monde biologique formé par l'Isère et ses germes ne parait pas avoir eu jusqu'alors de retentissement sur la santé du riverain (l'absence d'épidémie hydrique en fait foi) le projet de construction d'un barrage en aval de l'agglomération n'en rend pas moins obligatoire, l'épuration artificielle du sewage de la ville; d'autant plus que le projet dont nous avons connaissance prévoit baignades et sports nautiques sur la retenue des eaux du barrage.

En conséquence, des lois plus adaptés et surtout réellement appliquées sont indispensables si l'on veut que tout risque infectieux soit négligeable.

SUR UN PLAN D'ORDRE PLUS GENERAL, il apparait un certain nombre de notions hygièniques :

- l'appréciation de la valeur hygiènique d'une eau fluviale doit tenir compte de nombreux paramètres.

- les uns tiennent aux apports proprement dits.

Il faut les déterminer, quant à leur topographie, leur quantité, et surtout leur qualité, par de multiples instantanés cernant les principaux centres d'apports.

Il est également nécessaire de préciser le devenir de ces apports ; qui pourront avoir une vie éphémère donc, une nuisance moindre ou qui par leur longévité auront une retentivité beaucoup plus grande.

Les autres tiennent au milieu cultural qu'il faut préciser dans ses composantes physiques (débit, ph, turbidité...) chimiques (DBO, détergents..) et biologiques (flore et faune macro et microscopique). C'est de l'étude du monde aquatique que ressortiront les notions de pouvoir épurateur de l'eau, de distribution préférentielle, des germes dans la zône benthique, pelagique ou dans les eaux de surface.

Il convient, enfin, de toujours estimer les fluctuations peuvent subir les germes avec les variations climatiques qu'engendrent forcément les saisons.

En définitive, on conçoit que la valeur hygiènique ou salubrité d'une eau de rivière, ne soit pas simple, ni facile. Seule, une étude (nous n'avons pu en envisager que certains aspects, complète et dynamique permet l'appréciation du degré de nuisance d'une eau.

VU, le DOYEN,

HERMANN

Le Président de la Thèse,

SOHIER

VU et PERMIS D'IMPRIMER.
LYON, le 27 Janvier 1962.

LE RECTEUR, PRESIDENT DU
CONSEIL DE L'UNIVERSITE,

P. LOUIS

- S E R M E N T -

En présence des maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire, ni engagement.

Si je remplis ce serment, sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole, et que je le parjure, puissè-je avoir un sort contraire.

*

* *

- B I B L I O G R A P H I E -

I - ALLEN LA- PASLEY - SHEILA M - PIERCE - MARGARET A

Some factors affecting the viability of feacal bacteria in water.
J. General Microbiol. I952 Aout Vol. 7 n° I-2 36-43.

2 - AMERICAN JOURNAL

Classification and standards of water quality and purity. New York state water pollution control board
Amer J. Water Work Ass. I950 Dec. Vol. 42 n° I2. II37-II46.

3 - AMERICAN JOURNAL

Effects of synthetic detergents on water supplies. Task group report presented on July I4. I959 at annual conference San Francisco.
Amer J. Water Work Ass. I959 Oct. Vol. 5I n° I0 I25I-I254.

4 - APPLIED MICROBIOL BALTIMORE

Irradiation on large population of certain water borne bacteria in Motion.
Applied Microbiol. Baltimore I954 July Vol.2 n° 4 227-235.

5 - ARLOING F. - DUFOURT A

Sur l'épuration colibacillaire des eaux fluviales.
C.R. des S. Biol. TC XI - I93I.

6 - ARLOING F. - DUFOURT A

Recherches bactériologiques sur les eaux fluviales. teneur en colibacilles et épuration colibacillaire spontanée des eaux du Rhône.
Ann. Hyg. Juin I93I.

7 - ARMER F - CHAIRMAN

Final report of the trade effluents subcommittee of the central advison water committee.
London HM Stationnery Office I960.

8 - BILLY O

Etude cytologique de l'action de l'eau de mer sur quelques bactéries anaérobies.
An. Hist. Past. T 98 Avril 60 n° 4 - 592 -560.

9 - BONNARDEL - MOSNY

Traité d'Hygiène I9II. T I5 - 365 403.

I0 - BOULANGER - ROLANTS

Contribution à l'étude de l'épuration des eaux résiduaires des villes et des industries.
Ann. Hist. Past. I905 T. I9 529.

II - BUCZOWSKI and BUCZOWSKA

The use of bacteriophage for bacteriological estination of water.
Med. Deswi Mikrob I95I Vol. 3 n° 3 - 329- 34I.

I2 - BUTTIAUX R.

L'analyse bactériologique des eaux de consommation.
Flamarion . Paris. I959.

I3 - BUTTIAUX R.

Au sujet de l'analyse bactériologique de l'eau.
A I P - I952-53 - 5 - 587-597.

I4 - BUTTIAUX R. MORIANEZ J. PAPAVASSILIOV J.

Méthode simplifiée d'identification des Enterobacteriaceae n'attaquant pas rapidement le lactose.
A I P I956 90 I33-I43.

I5 - BUTTIAUX R. MUCHEMBLE G.

La colimétrie sur membranes filtrantes.
A I P I953 84-IOIO.

I6 - CALMETTE A.

Contribution à l'étude de l'épuration des eaux résiduaires des villes et des industries.
A I P I905 T. I9 529.

I7 - CALMETTE A.

Epuration biologique naturelle et artificielle des eaux usées.
Rev. Hyg. I924 p. 28I.

I8 - CAMBIER R.

Epuration des eaux usées.
Ann. Hygiène Paris I926 509-527.

I9 - CHAMBON M.

Essai sur la détermination de la pollution et de l'auto-épuration d'un fleuve. Le Rhône au cours de la traversée de l'agglomération lyonnaise.
R.H.M.S. I959 T.7 N° I Janv. Fév. 7-29.

20 - CHAPMANN (GH).

J. Bact. I947, 53 - 504 Ann. J. Publ. Health I95I - 4I I38I

2I - Communication de la station de recherches de GROENENDAEL - Ministère de l'Agriculture et du Ravitaillement du Royaume de Belgique -
Série D n° I - I94I.

22 - CONSEIL SUPERIEUR D'HYGIENE DE FRANCE.

Instructions générales relatives à l'assainissement des agglomérations.
Circulaire du Ministère de la Santé publique et de la Population I3.II.50.

23 - CORSET P.

Considérations sur la pollution des rivières par les eaux résiduaires industrielles.
Thèse Méd. Paris I909 n° 90.

24 - COURMONT - LESSIEUR - ROCHAIX.

Précis d'Hygiène I940.

25 - CORVEST J.

Contribution à l'étude bactériologique et chinique des eaux de la Garonne lors de leur passage à Bordeaux.
Thèse Méd. Bordeaux I936 n° I38.

26 - CROSSE PB.

Multiplication of certain salmonella species in autoclaved buffered tap water.
J. Path; and Bact. I95I V. 63 n° I I67-I68.

27 - DEPT. SCIENT. AND INDIN. RES

Water pollution research. The report of the water Pollution Research board.
London H.M. Stationery Office I953 à I960.

28 - DIENERT F ETRLLARD

Recherches et numération directe sur milieu solide de E. Coli contenu dans un grand volume d'eau.
Ann. Inst. Pasteur I929 T. 43 p. I278.

29 - DIENERT F. ETRILLARD

Sur la recherche d'E. Coli dans les eaux.
Ann. Inst. Past. I93I - T. 46 P. 277.

3C - DORIER

Contribution à la connaissance de la biologie des eaux contaminées par des matières organiques.
Allier Edit. I937.

31 - DUBREUIL G.

Endémie typhique et paratyphique en France. Répartition géographique et principales causes de sa persistance.
Rev. d'Hygiène T. 58 n° 6.

32 - DUPAIX. - LEVASSEUR A.

Nécessité de la standardisation des milieux de culture utilisés en bactériologie. Milieux utilisés pour la famille des Enterobacteriaceae
Bull. Ann. Dipl. Microbiol. Nancy 1955-59 - 30-37.

33 - DRATCHEV SM, KORSH LE, MITYAGINA O.V.

On The microflora of the water surfaces.
J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol. n° 4 431-440.

34 - ENCYCLOPEDIE D'HYGIENE ET DE MEDECINE PUBLIQUE.

1891 T.3 - 630 - 633.

35 - FEDERATION OF SEWAGE AND INDUSTRIALWASTES ASSOCIATION COMITTEE ON RESEARCH (HENKELEKIAN H. CHAIRMAN)

A rewiew of litterature of 1956 on sewage waste treatment and water pollution.
Sewage and industry water wash 1957 Mai - Juin Juillet V. 29 n° 5-6-7, 497-523, 613-653, 727-756.

36 - FERLIN H.J. - KARABNIOS J.V.

Differencial media for E. Coli and Aerobacter Aerogenes.
Washington Acad. Science 1954 - 44 - 303-306.

37 - FERMIER L.

Identification de E. Coli dans les laits de consommation sur membranes filtrantes.
R H M S T.5 n° 2 Mars-Avril 57 - p.197.

38 - GAGE - STOURGTON

Résistance du B. Coli à la chaleur.
Bull. Inst. Pasteur I906.

39 - GARTNER.

Sur la valeur du Colibacille comme indicateur de contamination d'une eau.
Rev. d'Hygiène I9I p. 38I.

40 - GEHU J.M.

Activité microbiologique des sables de quelques groupements végétaux du littoral du Pas de Calais.
A.I.P. I96I n° 5 Mai 639 - 655.

4I - GEVAUDAN P. - TAMALLET J.

Etats toxi-infectieux épidémiques vraisemblablement d'origine hydrique.
R H M S T. 2 N° 7 I954.

42 - GEVAUDAN P. - TAMALLET J.

Etude sur la pollution des plages et baignades sur le littoral méditerranéen.
R H M S I956 Avril - Mai Vol. 4 N° 3 270-276.

43 - GILCREAS F.W - KELLY - SALLY M.

Relation of Coliform organism test to enteric virus pollution.
J. Amer. Water Work Ass. I955 Juillet V. 47 N° 7 683 - 694.

44 - HENKELEKIAN H - CHAIRMAN.

A Rewiew of the litterature of I959 on waste water and water pollution control.
J. Water pollution control I960 May - June - July V. 32 n° 5-6-7 - 443-48I, 545-593 - 68I-720

45 - HOLT H.D.

The presence of pathogenic Enterobacteria in samples of sewage collected during a survey of polyo-

myelitis virus in England and Wales in I95I.
Monthley Bull. Minist. of Healthand public health lab. service I960 Feb. Vol. I9 - 29-3I.

46 - HUGUES W.H.

The structure and developpement of the induced long form of bacteria.
Bact. Anatony (sixth syn Soc. gén. nicrobiol) I956 34I-360.

47 - HAACK K. HEGER H.

Die hygienische Beurteiling der wasser beschaffenheit von sonner bädern. Ztschr.f. Hyg. u Infektion I954 vol. I40 n° 3 294-323.

48 - HENRIKSEN SD.

Comparaison of coliform organisn from faeces and from water in Norway. Acta Path and Microb. Scandinavia I954 vol. 35 n° 1 75-90.

49 - HOPKINS ES, SCHAMBERGER K.H.

Evaluation of nethods for reporting coliform density. Aner. journ. Publ. Health I956 août vol. 46 n° 8 987-93.

50 - HUET M.

La pollution des eaux. L'analyse biologique des eaux polluées.
Bull. du Centre Belge d'Etudes et de documentation sur les eaux I949 n° 5 259-275.

5I - IMBEAUX E.

Méthode standardisée pour l'exanen d'une eau de sewage.
Rev. Hygiène avril I938 p. 30I.

52 - JENSEN K E.

Presence and destruction of tuberculosis bacille in sewage.
Bull. O M S I954 vol. IO n° 2 I7I-9.

53 - KARTOUS Ballin M.

Thèse médecine Toulouse 1955 n° 117.

54 - KELLER

Bactériological aspects of sewage purification and river pollution.
The journal of Hyg. Cambridge 1959 v. 57 n° 4 Décembre 410-26.

55 - KEY A.

Pollution of surface water in Europe Bull. OMS 1956 14-185.

56 - KOLKWITZ - R. MARSSON

Oekologie der pflanzlichen Saprobien Berichte der deutschen botanischen Gessellsch.
B D 26a Heft 7 1908.

57 - KRUSE H.

Zur Frage der Notwendigkeit einer Abwasser desinfektion in kranken haûsern sowie.

58 - LAMBLING S. GERMAN MA. CARRERE C. BERNARD J.

Influence de diverses substances antiseptiques sur la respiration cellulaire. Ann. Pharmaceutiques Françaises Mai 1957. t.L 5

59 - LEGER L. DODERO.

Action nocive exercée sur les poissons par certains produits de déversement industriels dans les torrents du Dauphiné.
Compte rendu de l'AFAS Congrès de Grenoble 1904 p. 765.

60 - LEGER L.

Valeur nutritive des torrents des Alpes et les conséquences qui en découlent au point de vue du repeuplement.
ANN. de l'Université de Grenoble t.XIX n° 1 1907.

61 - LEGER L.

Etudes sur le rendement cultural des eaux alpines. Ann. Université de Grenoble t. XXI n° 1 1909.

62 - LEGER L.

Etudes sur l'action nocive des produits de déversement industriels chimiques dans les eaux douces (2ème série) 1912 Travail du Laboratoire de pisciculture de Grenoble.

63 - LEGER L.

Etude sur les conséquences de l'industrialisation d'un lac au point de vue de l'hygiène et de la pisciculture (lac d'Aiguebelette en Savoie). Travaux du laboratoire de pisciculture de Grenoble.

64 - LEGER L.

L'Industrialisation des cours d'eau et leur rendement piscicole. Ann. Université Grenoble t. XXIX n° 3 1917.

65 - LEGER L.

Etude de la qualité biologique des eaux en vue de la pisciculture 53° Congrès des sociétés savantes Strasbourg 1920.

66 - LEGER L.

La faune nutritive des cours d'eau à truites et technique de sa recherche. Allier Edit. 1926.

67 - LEVADITI C.

Sur la présence des virus de la poliomyélite dans les eaux usées. Bull. Acad. Med. Paris 335-37 23-30 Avril 1940.

68 - LEVIEUX C.

Rapport sur les causes d'insalubrité de la ville de Bordeaux Ragot Edit. Bordeaux 1871.

69 - LEPINE P. SEDAILLAN P. SAUTTER V.

Sur la présence du virus poliomyélitique dans les natières fécales et sa longue durée d'élimination chez le porteur sain.
Bull. Acad. de Médecine de Paris I939 - I222 Juillet I4I.

70 - LEININGER HV., MAC CLESKEY CS.

Bacterial indicator of pollution in surface waters
Applied nicrobiol Baltimore I953 Mai V.1 N° 3 II9-24.

7I - LINDSAY H. CHAIRMAN B.

Scotland dept of health for prévention of pollution of rivers and other waters subconittee of the Scottish water advisory conittee I950 HM Stationary office Edinbourg.

72 - MACE-IMBEAUX.

Recherche sur la teneur nicrobienne des eaux de la Moselle et de la Meurthe.
Ann. Hygiène publique et de médecine légale, nov I899.

73 - MAGNIN R.

Isolement D'E coli des fécés et du lait sur le nilieu tefgitol 7 TTC Thèse Med. Lyon I956.

74 - MANDOUL A. GRUAT E.

Contribution à l'étude bactériologique des eaux A.I.P. I9I5 t. 29 p. 459.

75 - MEINCK F.

Le problème des eaux usées industrielles nuisibles à la santé Bull. OMS I956 I4-I06I.

76 - METROPOLITAN WATER BOARD.

Thirty sixth report on the results of the bacteriological chinical and biological examination of the London waters for the years I953-54 Taylor. Windle I956 London Staples Press Ltd I4 Great Smith Street SWL.

77 - MOUROMTSEV SN.

Les problènes de la formation des espèces dans la microbiologie nédicale J. Microbiol. Epidémiol. Immunol. I956 n° I2 p.8I2.

78 - NATVIG H. NILSEN BF.

Experimental study of the longevity and viability of E Coli outside the animal organism Acta Path. microbiol Scand. I955 37, 305-307.

79 - NAUMAN E.

Handbuch der biologischen Arbeits nethoden Abt IX Teil 8 Urban, Schwarzenberg. Berlin und Wien I93I.

80 - NEUMAN J. NEUDAMN.

I936 Illustriertes Fischerei lexikon.

8I - ORLOB GT.

Viability of the sewage bacteria in sea water. Sew and indus. wastes I956 sept. v.28 n° 9 II47-67.

82 - ORSONI Françoise.

Des relations du plancton des eaux douces avec leur microbisme et leur comportement physico chimique. Intérêt pour l'hygièniste Thèse Med. Lyon I948-I949 n° I8.

83 - PUTZEYS QUESTIENNE - SCHOOFS - RULOT.

Traité de technique sanitaire t.6.
Assainissement des villes 275-370.

84 - RAJKA STRUMJAK.

Influence de la dilution enployée sur les résultats de la numération des bactéries du sol par la technique sur plaques. AIP I959 97-259.

85 - ROCHAIX - HUTINETTE.

Antagonisme colibacille et bactéries putrides. Comptes rendus de la société de Biologie I93I p. 669.

86 - RUTTNER F.

Grundriss der limologie. Walter Gruyter et co/Berlin I940.

87 - SCOTT WJ.

Sanitary study of shore bathing waters Connecticut Health Bull. I95I Mar v.65 nº 3 74-85.

88 - SEDAILLAN, SOHIER.

Précis d'hygiène et épidéniologie I949.

89 - SEIGNEURIN R. - MICHEL MARGUERIT P. - MAGNIN R.

Surveillance bactériologique des eaux d'alimentation dans ses rapports avec l'épidéniologie, la qualité des adductions et la nature des sols. Rev. H.M.S. I956 4 I83-92.

90 - SOCIETE DES ETUDES

"Eaux et Assainissement" 93 rue des Roches Paris. Projet d'installation d'épuration des eaux usées pour le sanatorium des petites Roches (Isère).

9I - STEVENSON AH

Studies of bathing water quality and health. Amer J. Public health I953 Mai v. 43 nº 5 ptl 529-38.

92 - SWAROOP S.

Estimation of bacterial density of water samples : method for attaining international comprarability Bull. OMS I956 I4-I089

93 - THOBIE A.

La Garonne. Contribution à l'étude de sa pollution. Thèse Med. Bordeaux I959.

94 - VERMEULIN R.

Etat actuel de la règlementation du déversement des effluents industriels. Rev. de path. géné et physico-chimique I957 689.

95 - VIGNE R.

Contribution à l'étude de l'assainissement des eaux résiduaires d'un hôpital de contagieux. Thèse Pharm. Lyon I953 n° 438.

96 - VINCENT H.

Sur la signification du colibacille dans les eaux potables. Ann. Inst. Pasteur I90 I9-23.

97 - VIOLLE.H.

Mille questions d'hygiène.

98 - VIOLLE H. et Coll.

De la vitalité du bacille typhique et B coli dans l'eau de mer.

99 - VIVIER P.

L'eau. Revue mensuelle de l'eau potable et l'assainissement Mai I949.

I00 - WEIGELT C.

L'assainissement et le repeuplement des rivières. Berlin I904.

*

* *

- T A B L E D E S M A T I E R E S -

Pages

I - GENERALITES I

II - LE MICROBISME DE LA RIVIERE ISERE.....I3

III - FACTEURS PARTICULIERS DE LA NUISANCE MICROBIENNE.....32

IV - CONCLUSIONS.....52

*

* *